PREIS
DM 1.20

Postversandort München

INGENIEUR-AUSGABE

Funkschau

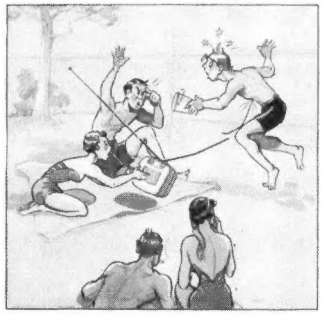
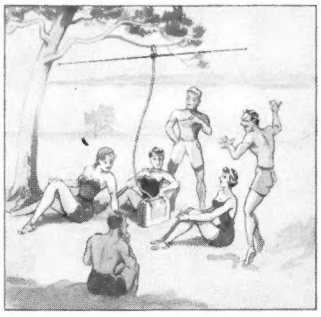
MIT FERNSEH-TECHNIK

FACHZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER · ERSCHEINT AM 5. UND 20. JEDEN MONATS

Bez. 15
Schimmel Hans W,
Tal 16/4 1ks.

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN-BERLIN

27. JAHRGANG
2. SEPTEMBER-HEFT NR. 18 1955

so oder so

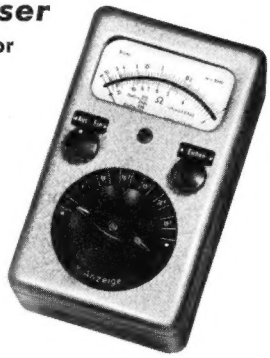
können Sie eine ROKA-Kofferantenne verwenden. Die Lösbarkeit vom Gerät ist aber ein Vorteil, den Ihnen nur eine ROKA-Antenne bietet.

Dipol ab DM 9.- Verlängerungskabel DM 6.- Tasche DM 3.-

ROKA ROBERT KARST, Berlin SW 29, Gneisenaustraße 27

Scheinwiderstandsmesser

Type ZT 800/1 mit Transistor-Oszillator



Meßfrequenz: 800 Hz (ω = 5000)
Meßbereich: 0,3 Ω bis 1 MΩ
(13 Teilbereiche) (666 µF bis 200 pF)
(0,06 mH bis 200 H)
Genauigkeit: ± 3%

Minimale Betriebskosten durch Transistor – 20 mW Leistungsentnahme aus der eingebauten Batterie – Geringes Gewicht – Kleine Abmessungen – Stoßsicheres Meßwerk mit Spannbandaufhängung – Spiegelskala – Formschönes, tiefgezogenes Stahlblechgehäuse mit Hammerschlaglackierung – Auch als 800-Hz-Prüfgenerator verwendbar – **Für Labor, Werkstatt, Montage und Kundendiensttasche**

OSKAR VIERLING · ELEKTROTECHNISCHE FABRIK
(13a) Ebermannstadt, Pretzfelder Straße 174–175 · Fernspr. Ebermannstadt 92

VOLLMER
MAGNETTON

- Klein-Reporter Typ 150 (früher W 52 B) speziell für Konferenz und Diktat mit Fußschalter und Telefonaufnahme *)
- Magnettonmaschinen Typ 007 U und 166 für Rundfunksender (bereits seit 10 Jahren bestens eingeführt bei vielen Sendern)
- Magnettongeräte Typ MTG 9 – Typ 118 für berufliche Zwecke
- Spezialgeräte für Sonderzwecke · Automatische Ansage in Personenaufzügen, Fahrzeugen, Verkaufsautomaten usw.

EBERHARD VOLLMER, ESSLINGEN A.N.-METTINGEN

*) Zum Ausbau des Vertriebs werden am Kundendienst interessierte Firmen gesucht

IHR WISSEN = IHR KAPITAL!

Radio- und Fernsehfachleute werden immer dringender gesucht:

Unsere seit Jahren bestens bewährten

RADIO- UND FERNSEH-FERNKURSE

mit Abschlußbestätigung, Aufgabenkorrektur und Betreuung verhelfen Ihnen zum sicheren Vorwärtskommen im Beruf. Getrennte Kurse für Anfänger und Fortgeschrittene sowie Radio-Praktikum und Sonderlehrbriefe.

Ausführliche Prospekte kostenlos.

Fernunterricht für Radiotechnik
Ing. HEINZ RICHTER
GÜNTERING, POST HECHENDORF, PILSENSEE/OBB.

KONTAKTSCHWIERIGKEITEN?

Alle Praktiker der Hochfrequenztechnik
UKW-Technik
Fernsehtechnik
Fernmeldetechnik
Meßtechnik
kennen die Schwierigkeiten der mangelhaften Kontaktgabe an Vielfachschaltern.

CRAMOLIN hilft Ihnen Cramolin beseitigt unzul. Übergangswiderstände u. Wackelkontakte. Cramolin verhindert Oxydation, erhöht die Betriebssicherheit Ihrer Geräte. **CRAMOLIN** ist garantiert unschädlich, weil es frei von Säuren, Alkalien u. **Schwefel** ist. **CRAMOLIN wird zu folgenden Preisen u. Packungen geliefert:** 1000-ccm-Flasche zu DM **24.**— 500-ccm-Flasche zu DM **13.**—, 250-ccm-Flasche zu DM **7.50**, 100-ccm-Flasche zu DM **3.50**, je einschl. Glasflasche, sofort lieferbar, ab Werk Mühlacker. Rechnungsbeträge unter DM 20.— werden nachgenommen. (3% Skonto).

Alleiniger Hersteller:
R. SCHÄFER & CO · **Chemische Fabrik**
(14a) MÜHLACKER 2 · POSTFACH 44

ELBAU-LAUTSPRECHER

Hochleistungserzeugnisse

Sämtliche Lautsprecher ausgerüstet mit Hochtonkalotten und neuartigen Zentriermembranen

Bitte Angebot einholen

LAUTSPRECHER-REPARATUREN

Sämtliche Lautsprecher ausgerüstet mit Hochtonkalotten und neuartigen Zentriermembranen (D. B. Patent erteilt).

Breiteres Frequenzband
Verblüffender Tonumfang

ELBAU-Lautsprecherfabrik
BOGEN/Donau

WOCHENPROGRAMM IM DEUTSCHEN FERNSEHEN

Die echte Verkaufshilfe für das Fernsehgeschäft

Bitte Muster anfordern • Günstige Staffelpreise
Verlag Max Stantze, Hannover 1, Postschließfach 189

TRANSFORMATOREN

H. K. v.

Serien- und Einzelanfertigung aller Arten
Neuwicklungen in drei Tagen

Herbert v. Kaufmann
Hamburg - Wandsbek 1
Rüterstraße 83

Tonband ÜBERSPIELUNGEN

auf SCHALLPLATTEN in Industriequalität

Schallaufnahme

ERNST ETZEL
ATELIERS ASCHAFFENBURG
Matrizierung · Plattenpressung

Achtung! Industrie-Labors!

Magnetische
Spannungs-Konstanthalter

Leistung: 10 VA bis 200 VA

Genauigkeit bis 1% b. Primärschwankung. ± 15%

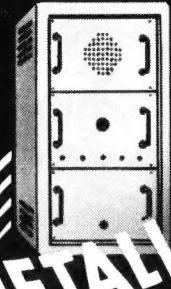
Bisheriger Stabilisierungsaufwand entfällt, daher billiger Aufbau hochempfindlicher Meßgeräte

Hochkonstante Heiz- und Anodenspannungen durch magnetisch stabilisierte Übertrager

Anfragen mit Ihren genauen Wünschen an:

Radio-Taubmann Nürnberg
Vord. Sterngasse 11 - Seit 1928 - Abt.: Trafo-Wickelei
Einzel- und Serienfertigung aller Größen

FÜR INDUSTRIE UND BASTLER METALLGEHÄUSE



FORDERN SIE PREISLISTE!

PAUL **LEISTNER** HAMBURG
HAMBURG-ALTONA · CLAUSSTR. 4-6
Hersteller für FUNKSCHAU-Bauanleitungen · Preisliste anfordern!

Funkschau
MIT FERNSEH-TECHNIK
27. JAHRGANG
2. September-Heft 1955 Nr. 18

Kybernetik

Als die ersten Lokomotiven aufkamen, warnten viele ernsthafte Leute vor den gesundheitlichen und sozialen Schäden, die dadurch entstehen würden. Heute fahren und fliegen wir mit vielfach größeren Geschwindigkeiten als zur Zeit der ersten Eisenbahnen, und die Nachkommen der damals langsam aussterbenden Postillione und Schmiedemeister sitzen heute vielleicht als Kapitäne der Landstraße am Steuer eines Lastzuges oder sind Besitzer einer Tankstelle. Hunderte von Beispielen lassen sich anführen, daß technische Entwicklungen wohl kurzzeitig gewisse Umschichtungen zur Folge haben, daß aber die Menschen seit Urzeiten die Fähigkeiten besitzen, sich geänderten Situationen anzupassen. Sonst wären sie nämlich bereits ausgestorben wie die Saurier der Kreidezeit. Schließlich werden wissenschaftliche und technische Fortschritte, die echter Gütererzeugung und echtem Wertzuwachs dienen, zur Erleichterung des Daseins geschaffen und nicht zu seiner Vernichtung.

Nachdem also trotz aller finsterer Prophezeiungen weder Dampfmaschinen noch mechanische Webstühle die Menschheit brotlos gemacht oder das soziale Niveau erniedrigt haben (das Gegenteil ist der Fall), beginnt ein neuer Begriff, die K y b e r n e t i k , Schrecken zu verbreiten, ein Begriff, der eng mit dem der Denkmaschinen verwandt ist, über die wir im vorigen Heft an dieser Stelle sprachen.

Die Bedeutung des Wortes Kybernetik ist, wie oft bei solchen neugeprägten Worten, noch nicht ganz fest umrissen. Zuerst wurde es wohl angewendet, um die Vorgänge in elektronischen Rechenmaschinen mit denen im menschlichen Gehirn zu vergleichen. In England und in den Vereinigten Staaten faßt man jedoch den Begriff neuerdings viel weiter und mehr technisch als biologisch auf. Man versteht darunter, die unmittelbar bevorstehende weitgehende Automatisierung vieler technischer Produktions- und Organisationsvorgänge und den Ersatz menschlicher Tätigkeiten aller Art durch Automaten. Zur Kybernetik gehört demnach bereits eine Diktiermaschine, denn sie ersetzt die Arbeit der Stenotypistin, oder ein Telefon-Antwortgerät, denn es gibt Auskunft, ohne daß der Angerufene den Hörer abhebt, ja es zeichnet sogar Bestellungen des Anrufenden auf.

Auf unserem Fachgebiet sind die hochentwickelten Prüfautomaten unserer Empfänger-Prüffelder kybernetische Geräte. Mit unbestechlicher Sicherheit tasten sie mit Hilfe von Drehwählern und elektronischen Meßeinrichtungen Hunderte von Prüfpunkten eines Rundfunk- oder Fernsehempfängers in kürzester Zeit ab und setzen sich selbst still, sobald sie auf einen Fehler stoßen oder registrieren den Fehler auf einem Prüfstreifen.

Für die Zukunft glaubt man sogar, mit Hilfe der Kybernetik vollständige Fertigungen aufbauen zu können, ohne daß menschliche Arbeitskräfte für die eigentliche Produktion mehr notwendig sind. Nehmen wir wieder ein vereinfachtes Beispiel aus der Nachrichtentechnik: Es läßt sich denken, daß ein Verstärker, der vielleicht in Hunderttausenden von gleichen Exemplaren gebaut werden soll, nach dem Prinzip der gedruckten Schaltungen vollautomatisch hergestellt wird. Stanzautomaten schneiden und lochen die Grundplatte. Die Platten wandern automatisch in eine Reinigungsanlage, werden mit den Leitungszügen bedruckt und galvanisiert. Aus Magazinen fallen in ununterbrochener Folge die Einzelteile auf die entsprechenden Anschlußpunkte. Im Hochfrequenzfeld werden sämtliche Lötstellen gelötet. Prüfadapter kontrollieren die Verbindungen und messen die elektrischen Eigenschaften. Inzwischen haben andere Pressen das Kunststoffgehäuse geformt, und weitere Hochfrequenz-Schweißmaschinen kapseln das Gerät im Gehäuse ein. In der gesamten Fertigung wären also überhaupt keine menschlichen Arbeitskräfte mehr zu sehen.

Dieser Fertigungsablauf läßt sich selbstverständlich für viele andere industrielle Erzeugnisse denken. Dabei braucht die betreffende Fabrik nicht einmal ständig den gleichen Artikel herzustellen. Drehbänke, Pressen, Schweißmaschinen und elektronische Meßgeräte werden für jedes Erzeugnis benötigt. Es ist nur eine Frage der Arbeitsvorbereitung, um Werkzeuge und Programmsteuerungen für ein neues Erzeugnis zu entwerfen und zu bauen.

Die Skeptiker sehen dabei nur die beschäftigungslos werdenden Arbeitskräfte in der Vorfabrikation, in den Montage-Werkstätten und Prüffeldern. So brachte die viel gelesene englische Zeitung Daily Mirror kürzlich eine Aufsatzreihe über die Automation. In dieser Reihe werden Beispiele gebracht, wie jeder Automat, jede elektronische Einrichtung Menschen überflüssig macht. Zwar wird zugegeben, daß die Vollendung dieses Prinzips die Menschheit schließlich vor mühevoller Arbeit befreien kann, daß aber die Umwälzung zunächst Leid und Elend bringen müsse.

Dabei wird aber ein sehr wesentlicher Umstand vergessen. Wohl verschwinden durch die fortschreitende Automatisierung die Arbeitskräfte von den Fließbändern, jedoch verlagert sich der Anteil der menschlichen Arbeitskraft auf ein höheres Niveau, denn diese vielen komplizierten Automaten müssen nämlich von Technikern und Handwerkern mit viel gründlicherer Ausbildung entworfen und gebaut werden. Kybernetik bedeutet demnach vermehrten Bedarf an hochqualifizierten Technikern und Facharbeitern. Es wird sich also von selbst ein gesunder Zustand einpegeln, der dem Menschen weniger, aber geistvollere Arbeit gibt und der trotzdem durch vermehrte Produktion das gesamte Lebensniveau hebt.

Erinnern wir uns doch einmal daran, daß in der „guten alten Zeit" die tägliche Arbeitszeit 12 bis 14 Stunden betrug und daß jetzt bei höherem Lebensstandard die 40-Stunden-Arbeitswoche, also der 6- bis 7stündige Arbeitstag ernsthaft erwogen wird. Erinnern wir uns, daß das durchschnittliche Lebensalter trotz aller der Unrast der modernen Zeit nachgesagten körperlichen und nervenmäßigen Beanspruchung ständig höher geworden ist. Bisher scheint also dem Menschen die Technisierung durchaus gut bekommen zu sein. Es ist nicht einzusehen, daß die vollkommene Automatisierung, die Kybernetik, hier einen Rückschritt bringen sollte. Die zerstörenden Kräfte der Menschheit liegen auf ganz anderen Gebieten.

Ing. O. Limann

Aus dem Inhalt:

Aktuelle FUNKSCHAU 392

Thyratron-Wechselrichter 393

Trennschärfe besser als 1 : 10 000 395

Die Mikrofonverstärkerröhre AC 701 396

Die Transistoren-Hörbrille WT 800 399

Ein Scheinwiderstandsmesser mit Transistor-Oszillator 401

Funktechnische Fachliteratur 402

Aus der Welt des Funkamateurs:

Frequenzmodulation mit spannungsabhängigen Kondensatoren .. 403

Prüfsummer M 552

Eine FUNKSCHAU-Bauanleitung für einen Prüfmultivibrator mit Transistoren 405

Relaisgesteuertes Diktiergerät 406

Für den jungen Funktechniker:

17. Arbeit und Integrieren, Leistung und Differenzieren 407

Die interessante Schaltung:

Hi-Fi-Steuerverstärker 408

Betriebsmäßige Temperaturkontrolle von Einzelteilen und Geräten 410

Vorschläge für die Werkstattpraxis:

Versagen des UKW-Bereiches; Ermittlung von thermischen Fehlern 411

Neuerungen / Werks-Veröffentlichungen 412

Die INGENIEUR-AUSGABE enthält außerdem:

FUNKSCHAU - Schaltungssammlung

Band 1955, Seiten 41 bis 48, mit den Fernsehempfänger-Schaltungen 35 bis 39 (Continental bis Nora)

Unser Titelbild: Die Transistor-Hörbrille WT 800 von W e n d t o n ist ein Wunderwerk der Kleinbauweise. Der Blick in einen der Brillenbügel zeigt den Spezialhörer mit Schallschlauch sowie eine DEAC-Kleinzelle 60 DK als einzige Energiequelle. Eine ausführliche Beschreibung findet sich auf S. 399 dieses Heftes.

AKTUELLE FUNKSCHAU

Fernsehen kostet Geld

Intendant Beckmann teilte in Düsseldorf bei der Eröffnung der Funkausstellung mit, daß die Rundfunkanstalten im Bundesgebiet und Westberlin für den Ausbau des Fernsehens etwa 44 Millionen DM bis Ende des letzten Etat-Jahres ausgegeben haben. Im laufenden Wirtschaftsjahr sind weitere 18 Mill. DM für Investitionen (Sender, Studios, Ü-Wagen) eingeplant. In diesen Summen sind die Kosten für das Programm nicht enthalten; sie liegen pro Programm-Minute zwischen 200 und 300 DM.

Endlich gegründet

Nach fast zweijähriger Vorarbeit, für die besonders Direktor Himmelmann (Telefunken) verantwortlich zeichnet, wurde in Düsseldorf die „Gesellschaft zur Förderung von Rundfunk und Fernsehen e. V." ins Leben gerufen. Zu den Gründern gehören die Firmen Graetz, Philips, Telefunken, Schaub-Lorenz und Nordmende, fünf namhafte Grossisten, die beiden Einzelhandelsverbandsvorsitzende Ing. Pfister und Paul Stephanblome sowie zwei Vertreter des Handwerks, darunter W. Oberdieck. Der Beitritt weiterer namhafter Unternehmen ist sicher. Man hofft durch Umlagen auf die Umsätze der Mitgliedsfirmen (0,1% vom fakturierten Umsatz der Industrie und je 0,05% vom Einkaufswert im Groß- und Einzelhandel) jährlich wenigstens 800000 DM zur Durchführung einer großzügigen Gemeinschaftswerbung zusammenzubringen.

Farbfernsehen in langsamer Entwicklung

Über die Fertigungszahlen von Farbfernsehempfängern in den USA sind jeweils genaue Angaben erst zum Jahresende dem Schlußbericht der RETMA zu entnehmen. Inzwischen wird aber bekannt, daß seit Beginn der Farbfernsehentwicklung in den USA erst 80 000 Farbbildröhren hergestellt worden sind; die meisten sind vom Typ 19 und 21 Zoll.

Fernsehen in Uruguay

In Kürze wird in Montevideo der erste Fernsehsender eröffnet werden. Im Lande bestehen keine Produktionsstätten für Fernsehempfänger, so daß zumindest der Erstbedarf — man schätzt ihn auf 10 000 Empfänger — aus dem Ausland eingeführt werden muß.

Funkfernschreiben auf Langwelle

Die Deutsche Bundespost stellt Nachrichtenbüros und Pressediensten Funkfernschreibkanäle auf Langwellen zur Verfügung. Die Ausstrahlung von jeweils zwei Kanälen erfolgt über einen Sender, sie kann mit einem Empfänger auf zwei Blattschreiber geleitet werden. Die benutzten Frequenzen garantieren schwundfreien, gleichmäßigen Empfang im gesamten Bundesgebiet; Ferritantennen in den Empfängern gewährleisten nicht nur relativ störfreien Empfang, sondern auch durch die Richtwirkung das Ausblenden frequenzbenachbarter Stationen.

Dezimeterwellen überbrücken 460 km

Die Radio Corporation of America überbrückte mit einer Versuchsanlage, bestehend aus je 1 kW starken Dezimeterwellensendern und 12-m-Parabolspiegeln auf 30 m hohen Masten, zwischen Riverhead auf Long Island und Covey bei Quebec in Kanada eine Entfernung von 460 km ohne Zwischenrelais. Damit rückt nach amerikanischer Auffassung der bekannte Plan einer Richtfunkstrecke zwischen den USA über Labrador, Grönland, Island, den Far Oer und den Shetlands in greifbare Nähe. 460 km beträgt nämlich die Entfernung zwischen Island und Far Oer.

Einseitiger Funkrufdienst

Im Bezirk der OPD Düsseldorf ist der Einseitige Funkrufdienst der Deutschen Bundespost über einen UKW-Sender in Essen auf 87,35 MHz aufgenommen worden. Er übermittelt an Besitzer von UKW-Autoempfängern während der Fahrt die Anweisung, über das nächsterreichbare Telefon den Fernsprechauftragsdienst anzurufen und von dort eine für ihn deponierte Mitteilung entgegenzunehmen. Jeder Teilnehmer an diesem Dienst zahlt monatlich eine Grundgebühr von 1 DM; zusätzlich sind für jeden Auftrag, der eine zweimalige Durchsage umfaßt, 80 Pfennige zu entrichten. Bei Bewährung des neuen Dienstes sollen kleine Taschenempfänger entwickelt werden, die ihren Träger auch außerhalb des Kraftwagens erreichbar machen. Ähnliche Dienste gibt es bisher in den USA (Air Call System) und der Schweiz (Hasler Autoruf).

Karl Ernst Wacker gestorben

Am 31. August starb der erste Schriftleiter der FUNKSCHAU und langjährige Mitarbeiter unserer Zeitschrift und unseres Verlages, Dipl.-Ing. Karl Ernst Wacker, in seinem Heim in Schliersee nach einem in größter Geduld ertragenen schweren und schmerzhaften Leiden im Alter von fast 53 Jahren. Bis zum letzten Atemzug gehörte er der von ihm heiß geliebten, mit seltener Hingabe geleisteten Arbeit; noch in den letzten Tagen beschäftigte er sich mit der 2. Auflage seines Fernseh-Buches, die in Kürze erscheint.

Karl Ernst Wacker ist mit der Arbeit unseres Verlages innig verbunden gewesen. Ihm ist die erste Metamorphose unserer Zeitschrift zu danken; ursprünglich als Bastler-Beilage zur „Bayerischen Radio-Zeitung" begründet, übernahm er Mitte 1928 ihre Schriftleitung, sie zu einer FUNKSCHAU, d. h. einer Überschau über alle technischen Gebiete des Rundfunks und der mit ihm verwandten Techniken erweiternd. Er hob das Niveau des Blattes in einem solchen Maße, machte es für einen großen Leserkreis interessant und verließ schnell die rein bastlerische Einstellung — so sehr er die kultivierte Bauanleitung pflegte —, daß die dünne, wöchentlich mit nur 8 Seiten Umfang erscheinende Zeitschrift doch bald das führende populär-radiotechnische Blatt wurde. Mit einem nicht alltäglichen Geschick sorgte er dafür, daß die FUNKSCHAU bei aller technischen Zuverlässigkeit doch vor Aktualität und Tempo geradezu aus den Fugen geriet, jedes Heft brachte auf den ersten Seiten eine Fülle von Sensationen, immer hatte Wacker Knüller und Gags bereit, um den Leser zu fesseln und ihn für die Radiotechnik zu begeistern und zu gewinnen. Er sah das Nachwuchs-Problem und ließ sich elegante, verständliche, interessante Einführungen schreiben, er förderte die damals neue elektrische Schallplattenwiedergabe, förderte Bildfunk und Fernsehen, war immer für alles Zukunftsträchtige aufgeschlossen, ja, er entwickelte für die Technik von Morgen ein Fingerspitzen-Gefühl, das ganz selten ist.

Karl Ernst Wacker stand von 1928 bis Anfang 1936 an der Spitze der FUNKSCHAU. Je mehr die Zeitschrift rein-technisch wurde, um so weniger schien sie ihn, der doch in hohem Maße Stilist und Schöngeist war, zu befriedigen. Er ging damals in die Leitung eines weltbekannten schöngeistigen Verlages, dem er seine Note aufdrückte.

Nach dem Zusammenbruch fand Karl Ernst Wacker wieder an unseren neubegründeten Verlag Anschluß. Stil und Technik waren bei ihm reifer geworden; die jüngeren Schriftleiter unserer Redaktion staunten immer wieder, welche enormen, wochenlangen Quellenstudien Wacker oft für einen kleinen Beitrag trieb und mit welchem Elan er seine Ausdrucksweise, seinen Stil (der meist nicht im Duden stand!) verteidigte. Wenn ihm auch eine regelmäßige Redaktionsarbeit nicht lag, wenn auch um jeden Aufsatz heiß gerungen werden mußte, so entstanden doch gerade aus dieser mit dem Herzen geleisteten Mitarbeit zahlreiche Beiträge, die Charakter, Wissen und stilistisches Können in schöner Harmonie miteinander verbanden.

In Karl Ernst Wacker verloren wir einen unserer wertvollsten Mitarbeiter. Wir alle werden oft an ihn denken, und wir werden immer wieder feststellen, wie sehr er uns fehlt.

Erich Schwandt

UKW-Programme in Österreich über Richtfunk

Für die Verbindung aller österreichischen UKW-Sender untereinander bzw. mit ihren Studios liefert Telefunken der österr. Generalpostdirektion eine rd. 1000 km lange Richtfunkstrecke zur impulsphasenmodulierten Übertragung der UKW-Programme. Die Strecken sind für drei Programmkanäle und sechs Sprechkanäle ausgelegt; sie verlaufen von Wien ausgehend einmal über Graz nach Klagenfurt und das andere Mal über Linz, Salzburg und Innsbruck nach Bregenz. Einige Relaisstationen müssen unbemannt und fernbedient in mehr als 3000 m Höhe betrieben werden.

Transistoren in handelsüblichen Geräten

Während der Transistor in Deutschland bisher nur in Versuchsempfängern und -verstärkern zu finden ist und eine erste serienmäßige Verwendung für Rundfunkzwecke im Reisesuper der Saison 1956 zu erwarten ist, dürfte die Entwicklung in den USA etwa ein Jahr voraus sein. Neben den beiden schon länger bekannten Reiseempfängern von Raytheon und Regency (vgl. RADIO-MAGAZIN 1955, Heft 4) hat jetzt auch Mitchell (Chicago) einen Subminiaturempfänger mit vier npn-Transistoren, betrieben von einer Hörgerätebatterie mit 22,5 Volt, herausgebracht. Philco kündigt einen Volltransistor-Autosuper an und liefert bereits einen Phonokoffer mit Transistorverstärker.

Der sprechende Golfball

Golfspieler sind Kummer mit dem im Gelände unauffindbar verschwundenen Golfball gewöhnt. Als Beispiel für die Anwendung von Transistoren hat die amerikanische Fa. Motorola in normale Golfbälle winzige Transistorensender mit kleinen Stromquellen eingebaut. Sie liefern ein Signal auf 121,95 kHz, das von einem kleinen Transistor-Taschenempfänger aufgenommen wird. Seine Ferritantenne erlaubt rasches Anpeilen des Lagepunktes im Gelände!

Interessante Entwicklung

Über den Anteil der verschiedenen Plattenarten an der Produktion in der Bundesrepublik unterrichtet nachstehende Aufstellung (stückzahlmäßig):

	1953	1954	1. Halbjahr 1955
78 U/min	88%	75,5%	71 %
45 U/min	7%	18,3%	21,5%
33⅓ U/min	5%	6,2%	7,5%

Im ersten Halbjahr 1955 stieg die Fertigung von Schallplatten gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres um 32 % (!) auf 11,5 Millionen Stück.

Direktor Dreßler 25 Jahre bei der AEG

Am 14. 9. stand Direktor Ernst Dreßler 25 Jahre im Dienste der AEG. Er widmete sich zuerst dem Kinosektor und später — nach Übernahme der Apparatefabrik Treptow der AEG als Fabrikdirektor — dem Rundfunkgerätegeschäft, dem er heute noch vorsteht.

FUNKSCHAU
Zeitschrift für Funktechniker

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer
Verlagsleitung: Erich Schwandt
Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner und Fritz Kühne
Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Walde

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jeden Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- und Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag und durch die Post.

Monats-Bezugspreis für die **gewöhnliche Ausgabe** DM 2.— (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr; für die **Ingenieur-Ausgabe** DM 2.40 (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes der gewöhnlichen Ausgabe 1.— DM, der Ing.-Ausgabe 1.20 DM.

Redaktion, Vertrieb u. Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Luisenstraße 17. — Fernruf: 5 16 25/26/27. — Postscheckkonto München 57 58.

Hamburger Redaktion: Hamburg-Bramfeld, Erbsenkamp 22a — Fernruf 63 79 64.

Berliner Geschäftsstelle: Berlin-Friedenau, Grazer Damm 155. — Fernruf 71 67 68 — Postscheckkonto: Berlin-West Nr. 622 66.

Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. — Anzeigenpreise n. Preisl. Nr. 7.

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.

Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Cogels-Osy-Lei 40. — Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19-21. — Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. — Saar: Ludwig Schubert. Buchhandlung, Neunkirchen (Saar), Stummstr. 15. — Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Alleiniges Nachdrucksrecht, auch auszugsweise, für Österreich wurde Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13 b) München 2, Luisenstr. 17. Fernsprecher: 5 16 25.
Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Thyratron-Wechselrichter

Von Herbert G. Mende

Das vielbeachtete Referat „Anodenspannung aus der 6-V-Batterie" führte zu diesem Laborbericht über den Niedervolt-Thyratron-Zerhacker

Vor längerer Zeit [1] berichteten wir unter dem Titel „Anodenspannung aus der 6-Volt-Batterie" über eine interessante amerikanische Thyratron-Wechselrichterschaltung **(Bild 1)**. Wir hätten dies nicht tun sollen; denn die scheinbare Einfachheit der Schaltung verleitete viele Leser zu einem Nachbau, der mangels zureichender Meßmöglichkeiten und theoretischer Kenntnisse zwangsläufig zu Mißerfolgen führen mußte — Mißerfolge, an denen natürlich dem Referenten die Schuld gegeben wurde.

Da aber auch einige Fachleute Schwierigkeiten mit dieser Schaltung hatten, entschloß sich der Referent zu eigenen Untersuchungen. Sie erstreckten sich über zwei Jahre, weil zwar alle Leser ein fertiges Rezept haben, wohl keiner aber die nötigen Versuche finanzieren wollte. Insgesamt konnten aber dank der freundlichen Unterstützung der Valvo GmbH, der Firma Erich & Fred Engel und der FUNKSCHAU-Redaktion 98 Meßreihen mit verschiedenen Röhren und Transformatoren durchgeführt werden, die zusammen mit den rechnerischen Kontrollen ein ganzes Protokollbuch füllten. Gleichzeitig wurden (mit besserem Erfolg) drei andere Zündschaltungen [2] und einige weitere Wechselrichteranordnungen untersucht, um zu einer möglichst einwandfreien Beurteilung der strittigen Schaltung zu kommen.

Theoretisches

Nach der Originalveröffentlichung [3] wird das Thyratron in Bild 1 bei geschlossenem Schalter S 2 und nach Öffnen des Schalters S 1 durch die an der Wicklung L 1 auftretende Induktionsspannung gezündet. Die Entladung wird so lange aufrecht gehalten, bis die Summe aus Batterie- und induzierter Spannung unter den Wert der Bogenspannung des Thyratrons sinkt. Dann löscht das Thyratron und verursacht bei der Öffnung des Stromkreises infolge des Feldabbaus in L 1 einen neuen Induktionsspannungsstoß, der es erneut zündet. Dieser Vorgang läuft periodisch weiter, bis der Schalter S 2 geöffnet wird. Bei geschickter Bemessung der Schaltung kann — entgegen dem Einwand eines Lesers — im Rahmen der Integrationszeit eine wesentlich höhere Leistung umgeformt und über die Wicklung L 2 entnommen werden, als den statischen Belastungswerten des Thyratrons entspricht, weil dieses ja nur als Schalter für die Anregungsenergie des Kreises dient.

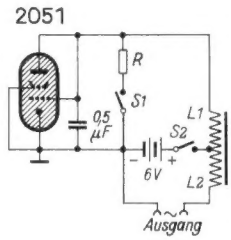


Bild 1. Die untersuchte Originalschaltung eines Thyratron-Wechselrichters

Die theoretische Behandlung dieses simplen Vorgangs zur Ermittlung der günstigsten Einzelteilbemessung ist alles andere als einfach. Aus räumlichen Gründen können wir an dieser Stelle leider nicht ausführlich auf die Zusammenhänge eingehen, sondern müssen uns mit einigen kennzeichnenden Hinweisen begnügen — der interessierte Leser sei auf die Literatur [4] bis [6] verwiesen.

Bereits aus einem — nicht ganz korrekten — Ersatzschaltbild für den erregten Kreis **(Bild 2)** können wir einige der Schwierigkeiten für eine theoretische Erfassung der Einflußgrößen ablesen. Induktivität L und Kapazität C bilden eine gleichstromgespeiste Serienschaltung. Parallel zum Kondensator liegt das Thyratron — hier als Schalter mit bevorzugter Durchlaßrichtung aufgefaßt. Wie wir schon wissen, verlöscht es, sobald die Summe von Batterie- und Induktionsspannung unter den Wert der Bogenspannung sinkt; es verursacht dabei an der Induktivität einen neuen Spannungsimpuls, der es wieder zündet.

Der die Serienschaltung durchfließende Strom ist also im Betrieb ein Kippstrom,

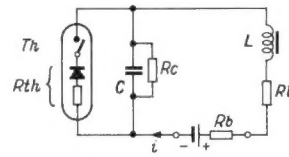


Bild 2. Vereinfachtes Ersatzschaltbild des Thyratron-Wechselrichters

dessen Gleichstromkomponente zwischen den Werten

$$i1 = U/Rc + Rl + Rb \text{ und}$$

(bei Vernachlässigung von Rc)

$$i2 = U/Rth + Rl + Rb$$

schwankt. Seine Wechselstromkomponente hängt von mehreren Faktoren ab, so von der Kondensatorladung und -entladung, von der Höhe der Induktionsspannung, von den verschiedenen Zeitkonstanten (L, C, R · C) und von dem Stromflußwinkel des Thyratrons. Außerdem bilden L und C ja einen Schwingkreis, der bei gelöschtem Thyratron und nicht zu großer Dämpfung einen wesentlichen Einfluß auf den Verlauf der Wechselstromkomponente und ihre Phasenlage ausübt. Daher ist die theoretische Behandlung einer ganzen Kipp-Periode kaum möglich und auch eine nach aperiodischem (gezündetes Thyratron) und gedämpft ausschwingendem Zustand (gelöschtes Thyratron) getrennte Analyse ist alles andere als erfreulich, wenn (wie im vorliegenden Falle) die Verluste berücksichtigt werden müssen.

Der naheliegende Gedanke, die Berechnung durch Messungen zu ersetzen, führt schon eher zu einer Übersicht, vorausgesetzt, daß man einige tausend Einzelmessungen und ihre Auswertung nicht scheut. Denn die Schwierigkeiten beginnen (wenn man Pech hat) schon beim Innenwiderstand der Stromquelle, sie setzen sich fort, wenn das Ionenrauschen des Thyratrons Resonanzeffekte vortäuscht, und vertiefen sich, wenn man Leistung auskoppeln will, ohne die passende Bauvorschrift für den Transformator zu haben.

Praktische Erfahrungen

Da schon zur Zeit der ersten Veröffentlichung [1] andere — wenn auch nicht so einfache — Schaltungen bekannt waren, die „auf Anhieb" funktionierten, erstreckten sich die Versuche nur auf die Klärung der Frage, ob eine Schaltung nach Bild 1 überhaupt, und gegebenenfalls unter welchen Bedingungen, funktionsfähig sei. Dabei ging es in erster Linie um die Untersuchung, ob aus dieser Schaltung ohne weiteres z. B. 6 Watt Anodenleistung entnommen werden können. Dagegen wurde nicht untersucht, wie die Schaltung zu ändern sei, um sie narrensicher zu machen. Die Messungen gestalteten sich recht abwechslungsreich und brachten manche kleine Überraschung, so z. B., daß Typ und Exemplar des Thyratrons von ganz ausschlaggebendem Einfluß auf das Verhalten der Schaltung in ihrer einfachen unelastischen Form ist. Da das Gesamtergebnis der Versuche zu einer negativen Beurteilung der Schaltung führte, können wir hier auf die Wiedergabe der zahlreichen Kurven und Tabellen verzichten. Nur einige interessante Einzelergebnisse seien aus dem Gesamtmaterial herausgegriffen, um dem Praktiker zu zeigen, wie leicht man bei solchen Schaltungen zu Fehlschlüssen kommen kann, wenn man die theoretischen Zusammenhänge nicht konsequent durchdenkt.

So ließen die ersten Meßergebnisse zunächst auf einen einfachen Resonanzeffekt schließen. Wie in **Bild 3** angedeutet, wurden die Primär- und Sekundärspannungen (am Transformator) und der aus der Batterie entnommene Strom in Abhängigkeit von der Kapazität des Kondensators gemessen. Wegen der wechselnden und komplexen Kurvenformen konnten diese Meßwerte nur qualitativen Charakter haben (Kontrollmessungen mit Thermo- bzw. Hitzdrahtinstrumenten, die wegen ihrer leichten Überlastbarkeit vermieden werden sollten, zeigten allerdings keine grundsätzlich anderen Verhältnisse auf). Daher wurde die Kurvenform an einem gleichstromgekoppelten Elektronenstrahlschreiber beobachtet und die Spannungswerte durch Auswertung der Oszillogramme kontrolliert. Außerdem wurde von Meßpunkt zu Meßpunkt der jeweils niedrigste Belastungswiderstand ermittelt, den die Schaltung ohne Abreißen der Schwingung vertrug. Dabei ergaben sich für verschiedene Röhren und Transformatoren innerhalb eines bestimmten Arbeitsbereiches Zusammenhänge, wie sie **Bild 5** an einem Beispiel zeigt. Abgesehen von resonanzähnlichen (reproduzierbaren) Schwankungen stieg dabei mit zunehmender Kapazität die Primärspannung, während der Batterie(anoden)strom ein Maximum durchlief. Am deutlichsten aber ließ der Verlauf der Ausgangsspannung erkennen, daß es sich nicht um eine einfache Resonanzerscheinung handelt. Über einen großen Bereich konnte der Ausgang kurzgeschlossen werden, ohne daß die Schwingungen abrissen. Demgegenüber zeigten Anordnungen mit anderen Einzelteilwerten zu beiden Seiten einer Scheinresonanzstelle eine Belastbarkeit bis z. B. 50 kΩ, während sich das dazwischen liegende Gebiet mit den größten Ausgangsspannungen überhaupt nicht belasten ließ. Auch die immer wieder auftretende Erscheinung, daß der Batteriestrom bei Belastung nicht anstieg, sondern absank, wies auf komplexe Zusammenhänge hin.

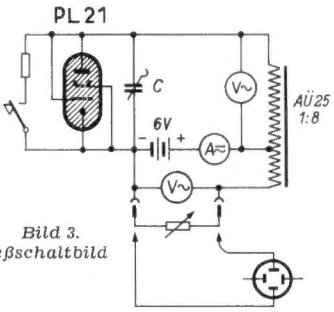


Bild 3. Meßschaltbild

Die Erklärung dieser frappierenden Erscheinungen ergibt sich für alle, denen die Theorie nicht zugänglich ist, aus den Oszillogrammen. Es zeigt sich nämlich zwischen den Anregungsimpulsen eine mehr oder weniger stark gedämpfte Schwingung, die bei Belastung der Schaltung völlig verschwindet. Ein besonders lehrreiches Oszillogramm aus einer anderen Meßserie **(Bild 4)** läßt die drei bereits bei den theoretischen Darlegungen erwähnten frequenzbestimmenden Parameter erkennen: auf den Startimpuls folgt eine gedämpfte Sinus-Schwingung, die vom Ionenrauschen abgelöst wird, bevor der nächste Zündimpuls als Folge des Löschvorgangs auftritt.

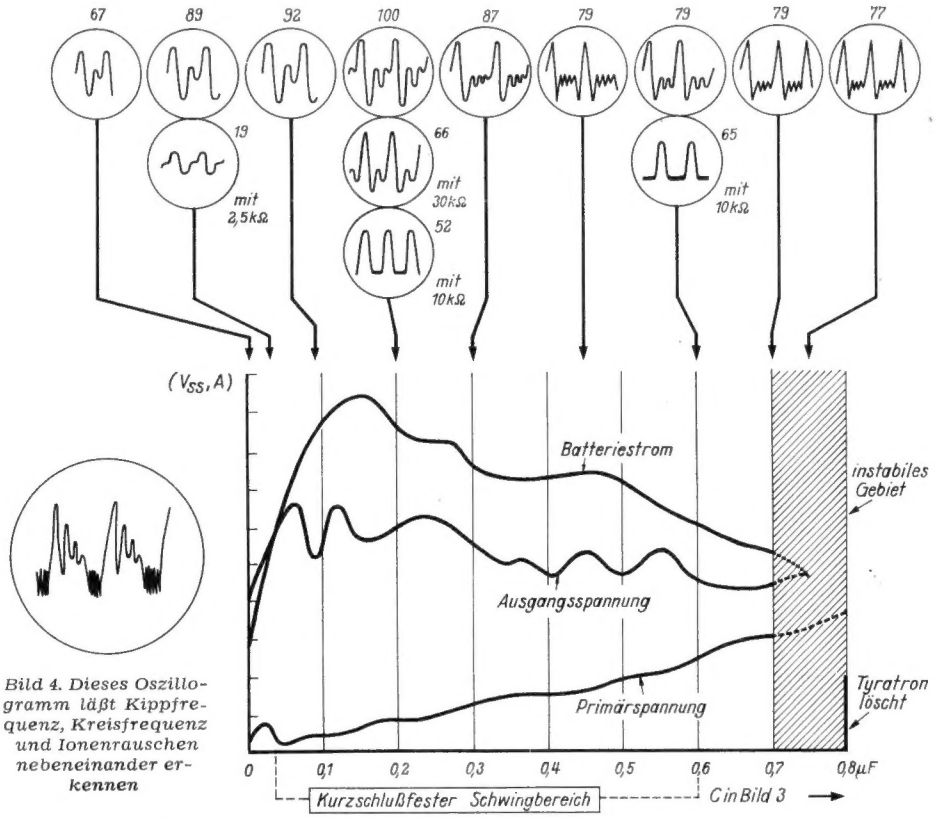


Bild 4. Dieses Oszillogramm läßt Kippfrequenz, Kreisfrequenz und Ionenrauschen nebeneinander erkennen

Bild 5. Beispiel für die relative Abhängigkeit der Primär- und Sekundärspannung sowie des Batterie(anoden)stroms von der Kondensatorgröße mit einigen kennzeichnenden Oszillogrammen (Schaltungen nach Bild 3). Die obere Oszillogramm-Reihe gilt für den Leerlauf. Darunter sind die Kurven für bestimmte Belastungen dargestellt. Die Zahlen stellen die relativen Höhen der Oszillogramme zueinander dar.

Demnach können drei Schwingungen unterschieden werden:

1. die nichtsinusförmige Kippschwingung,
2. die stark gedämpfte Sinusschwingung des LC-Kreises,
3. das aus Sinusschwingungen zusammengesetzte Ionenrauschen.

Die Ionenschwingungen [7] treten hier normalerweise nicht in Erscheinung, weil sie von einer der beiden Schwingungen überdeckt bzw. unterdrückt werden. Die (durch Belastung und Verluste) gedämpfte Sinusschwingung des LC-Kreises tritt meist nur bei unbelastetem Ausgang im Oszillogramm auf, während sie bei betriebsmäßiger Belastung bereits im Keim erstickt wird.

Die weiteren Versuche bestätigten nun die unter [5] zitierte Theorie, nach der u. a. das Verhältnis von Kreis- zu Kippfrequenz eine entscheidende Rolle spielt. Man erkennt hieraus, daß die Maxima und Minima in Bild 4 nicht von der Kreisfrequenz, sondern von dem genannten Frequenzverhältnis abhängen, wobei der günstigste Wert des Frequenzverhältnisses unter den gegebenen Umständen nicht ein für allemal feststeht, sondern sich vor allem nach dem Stromflußwinkel, d. h. dem Zeitanteil einer Kipp-Periode, in dem das Thyratron leitet, richtet. Daß dieser Stromflußwinkel in der Schaltung Bild 1 nicht einstellbar gemacht wurde, ist offenbar der Grund für die Schwierigkeiten, die einzelne Leser beim Nachbau hatten, und dafür, daß die hier zitierten Meßergebnisse — so interessant sie sein mögen — meist außerhalb des wünschenswerten Arbeitsbereiches lagen.

Aus der Fülle der Untersuchungsergebnisse sei noch eine andere Feststellung notiert. Um die bei verschiedenen Röhren, Transformatoren und Varianten der Ausgangsschaltung auskoppelbare Leistung ohne großen Fehler messen zu können, wurde nach **Bild 6** ein einfacher Röhrengleichrichter an den Ausgang geschaltet. Dabei stellte sich heraus, daß die Ausgangsspannung bzw. -leistung bei der Vertauschung (Umpolung) der Gleichrichteranschlüsse kleiner bzw. größer wurde. Zunächst lag der Verdacht nahe, daß die Benutzung der Thyratronbatterie zur (indirekten) Gleichrichterheizung daran schuld sein könnte. Da der gleiche Effekt jedoch auch bei einem Trockengleichrichter auftrat (der wegen seiner großen Eigenkapazität nicht von vornherein gewählt wurde), mußte es an der Schaltung liegen. Tatsächlich haben wir hier — ganz grob betrachtet — ähnliche Verhältnisse wie bei einem Funkeninduktor, bei dem der spitze Öffnungsimpuls gegenüber dem flacheren und breiteren Stromschlußimpuls eine konstante Polarität der Sekundärspannung vortäuscht. Diese Beobachtung unterstreicht die Zweckmäßigkeit zweiphasiger Wechselrichterschaltungen.

Besonders schwierig ist die Bemessung des Transformators, dessen berechnete Werte wohl stets auf Grund einiger Messungen korrigiert werden müssen. Um sekundärseitig möglichst symmetrische Wechselspannungen zu erhalten, ist eine kleine Primärinduktivität günstig. Andererseits verlangt eine niedrige Kippfrequenz bei Frequenzverhältnissen um 1 eine hohe Primärinduktivität. Im Interesse einer sicheren Zündung (und eines großen Stromimpulses) des Thyratrons ist ferner ein großes L/R-Verhältnis wünschenswert, dessen Zeitkonstante wiederum mit den anderen Zeitkonstanten der Schaltung und dem Stromflußwinkel des Thyratrons die Auf- und Entladezeiten des Kondensators und damit die Kippfrequenz bestimmt. Im Interesse kleiner Eisenverluste sollte keine höhere Induktion als 6000 Gauß vorausgesetzt werden [8].

Für die Laborversuche stellte die Firma Erich & Fred Engel (Wiesbaden) zwei Transformatoren (AÜ 25 u. E/J 84/32) zur Verfügung, die jedoch wegen der mangelnden Wandlungsfähigkeit dieser Schaltung keine besseren Ergebnisse brachten als andere vorhandene Transformatoren.

Ein weiteres Problem ist die Anpassungsfrage, weil einerseits das Übersetzungsverhältnis von der erforderlichen Sekundärspannung abhängt, andererseits aber der Belastungswiderstand in die Schaltung zurücktransformiert wird und ihre Kipp- bzw. Schwingungsfähigkeit beeinflußt. **Bild 7** zeigt ein Beispiel für diese Abhängigkeit, die so oder ähnlich immer in Erscheinung tritt, gleichgültig, welchen durchschnittlichen Leistungspegel die Bemessung der übrigen Schaltung zuläßt.

Die Lage des Kondensators C in Bild 3 hat übrigens nur auf den Umfang des Arbeitsbereiches einen nennenswerten Einfluß: liegt der Kondensator parallel zur Primärinduktivität (statt parallel zum Thyratron), so ist der belastbare Arbeitsbereich (in Abhängigkeit vom Kapazitätswert) im allgemeinen kleiner.

Ungeklärt blieb die von einigen Lesern diskutierte Frage, weshalb bei der Originalschaltung die Batterie in den Ausgangskreis einbezogen wurde. Die am inneren Widerstand der Batterie abfallende Kippspannung addiert sich bei kleinen Leistungen zur Ausgangsspannung und erhöht so meßbar die entnehmbare Leistung. Es ist aber durchaus denkbar, daß diese Art der Ausgangsschaltung bei einer optimal dimensionierten Anordnung eine Stabilisierung durch positive oder negative Rückkopplung bewirkt.

Versuche mit einer Auswahl grundsätzlich geeigneter Röhren (2051, PL 21, ASG 5121, S 1/0,2 i, 2 D 21 u. a.) zeigten, daß um so bessere Ergebnisse zu erwarten sind, je niedriger die Bogenspannung des betr. Exemplars liegt.

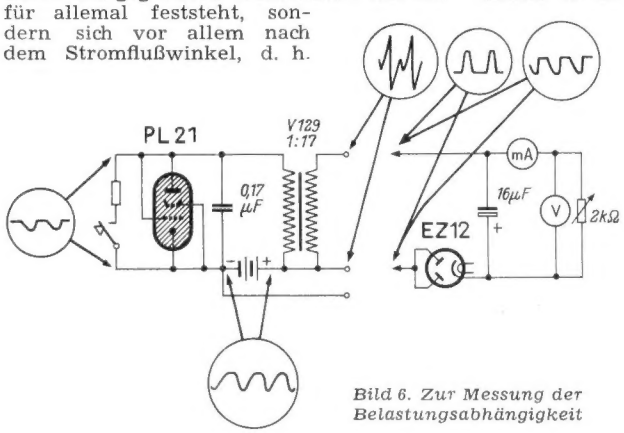


Bild 6. Zur Messung der Belastungsabhängigkeit

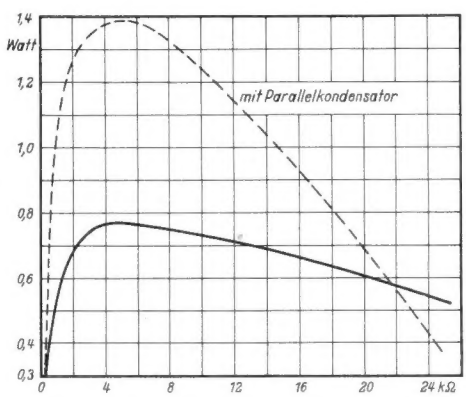
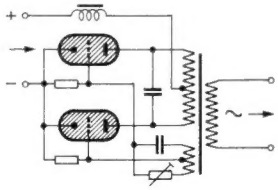


Bild 7. Abhängigkeit der ausgekoppelten Leistung von der Größe des Belastungswiderstandes. (Schaltung wie Bild 6, jedoch mit AÜ 25 = 1:8 und C = 0,47 µF). Die gestrichelte Kurve zeigt die mögliche Verbesserung der Leistungsausbeute, wenn parallel zur Sekundärwicklung ein Kondensator zur Phasenkorrektur gelegt wird



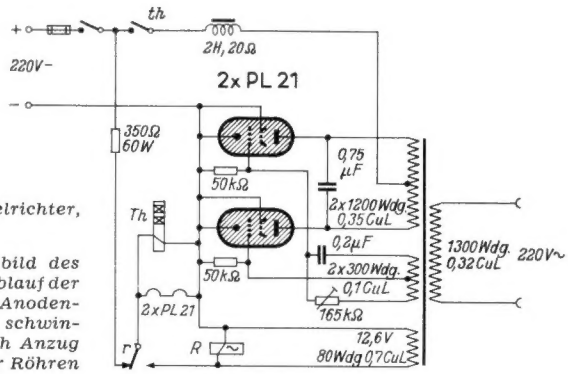


Bild 8. Zweiphasiger Thyratron-Wechselrichter, Prinzipschaltung

Rechts: Bild 9. Ausführliches Schaltbild des zweiphasigen Wechselrichters. Nach Ablauf der Anheizzeit legt das Thermorelais die Anodenspannung an die Röhren und der nun schwingende Wechselrichter übernimmt nach Anzug des Relais R selbst die Heizung seiner Röhren

Schlußfolgerungen

Das Ergebnis aller Überlegungen und Versuche läßt sich in wenige Worte kleiden: Ein nach Bild 1 geschalteter Thyratron-Wechselrichter ist seinem physikalischen Aufbau nach durchaus in der Lage, die Anodenstromversorgung eines üblichen Superhets zu übernehmen. Die dabei in Einklang zu bringenden Parameter (Kreisfrequenz : Schaltfrequenz, Stromflußwinkel, Spannungstransformation : Leistungsanpassung) sind jedoch mit dieser einfachen Schaltung nicht ohne weiteres zu beherrschen. Selbst bei optimal dimensioniertem Transformator und bei ausgesuchten Röhrenexemplaren ist nicht sichergestellt, daß der Arbeitspunkt in die Mitte des, u. a. auch durch Temperaturgang und Batteriewiderstand begrenzten Bereiches höchsten Wirkungsgrades gelegt werden kann, weil vor allem eine Möglichkeit zur Variation des Stromflußwinkels fehlt.

Man kommt daher zu dem Schluß, daß die amerikanische Originalschaltung entweder ein Zufallsergebnis ist oder aber absichtlich in vereinfachter Form veröffentlicht werden sollte.

Wenn man größeren Aufwand treiben kann und will, so empfiehlt sich die Benutzung einer zweiphasigen Philips-Schaltung, deren Prinzip **Bild 8** zeigt [8]. Hier sorgt eine Gittersteuerung mit Phasenschieber für die wechselzeitige Zündung und Löschung der beiden Thyratrons, die über eine Sperrdrossel z. B. aus dem Gleichstromnetz gespeist werden. Die praktisch ausgeführte Schaltung **(Bild 9)** enthält ein Thermorelais Th, das die Anodenspannung erst nach Ablauf der Anheizzeit einschaltet, und ein Wechselstromrelais R, das die Umschaltung der Röhrenheizung von Netzspeisung auf Wechselrichterspeisung bewirkt. Bei optimaler Bemessung der Drossel, des Transformators und der frequenzbestimmenden Teile gibt dieser Wechselrichter eine Nutzleistung von 30 W bei 220 Veff ab, wobei sein Wirkungsgrad etwa 75% beträgt.

Die gleiche Schaltung läßt sich übrigens auch umgekehrt von den Ausgangsklemmen her mit Wechselstrom speisen und bildet dann einen Gleichrichter, dessen Ausgangsgleichspannung durch Regelung des Phasenschieberwiderstandes stufenlos zwischen 0 und 180 V (bei 220 V Netzwechselspannung) einstellbar ist.

Wir wollen diesen Bericht nicht beschließen, ohne den Erfindern unter unseren Lesern noch eine Anregung zu geben. Es sollte nämlich durchaus möglich sein, das Startprinzip von Bild 1 in der zuletzt besprochenen Wechselrichterschaltung anzuwenden, um so einen Wechselrichter für 6- oder 12-Volt-Betrieb zu erhalten. Dabei müßte der Transformator eine andere Anodenwicklung erhalten, während die Heizkreisumschaltung und damit die zusätzliche Heizwicklung wegfallen könnte.

Schrifttum:

[1] FUNKSCHAU 1952, Heft 11, Seite 208;
[2] Radio-Electronics, September 1952;
[3] Electronics, August 1952, 208;
[4] z. B. ETZ 1944, 301...306;
[5] RCA Review, September 1952, 386...416;
[6] Philips Research Reports, 1953, 133...147;
[7] Radio Electronics, Dezember 1953, 76 und Österreichische Radioschau 1954, Heft 2, Seite 65...66;
[8] Philips Electronic Applic. Bull. 1953, Heft 3/4, Seite 54 und FUNKSCHAU 1954, Heft 10, Seite 199.

Trennschärfe besser als 1:10000

Die Möglichkeiten einer Empfangsverbesserung auf Mittelwellen sind begrenzt — sie erschöpfen sich zwangsläufig auf sinnvolle Anwendung einer guten Ferritantenne und auf sehr hohe AM-Trennschärfe. Beide Maßnahmen sind, wie der Praktiker weiß, nur bedingt wirksam; sie hängen sehr von den örtlichen Verhältnissen und vor allem von der Belegung der Mittelwellenkanäle ab. Trotzdem wird von der Industrie immer wieder der Versuch unternommen, den AM-Zweig des modernen Empfängers mit höchster Trennschärfe auszurüsten. Als Beispiel sei nachstehend das Vierfach - Zwischenfrequenzbandfilter im neuen Schaub / Lorenz - „Goldsuper W 36" beschrieben.

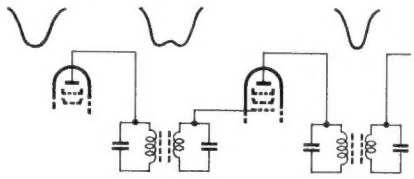
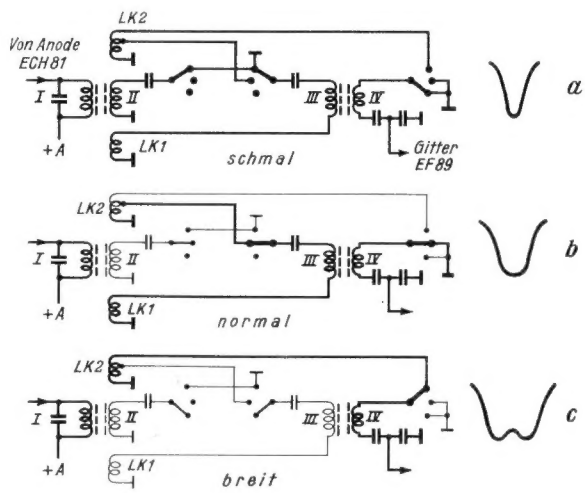


Bild 1. Anordnung der beiden zweikreisigen Bandfilter zwischen den beiden Röhren EF 89

Rechts: Bild 2a...c. Das vierkreisige Steilfront-Regelfilter in den drei Schaltstellungen

In diesem Empfänger wird die AM-Zwischenfrequenz 460 kHz von zwei Röhren EF 89 verstärkt; es sind acht Kreise insgesamt vorhanden, vier davon bilden das sogenannte „Steilfront-Regelfilter" mit dreifacher Umschaltmöglichkeit für die Durchlaßkurve. Dieses Filter liegt zwischen der Mischröhre ECH 81 und $EF\ 89_I$. Es folgen ein normales Zweifachbandfilter, $EF\ 89_{II}$ und ein weiteres normales Zweifachbandfilter. Letzteres ist kritisch gekoppelt und hat daher eine nicht-eingesattelte Durchlaßkurve. Dagegen ist das erste Zweifachbandfilter leicht überkritisch gekoppelt, so daß sich der charakteristische leichte Sattel der Kurve ergibt **(Bild 1)**. Beide Kurven ergänzen sich; vom Gitter 1 der ersten EF 89 an gemessen ergibt sich eine relativ breite Durchlaßkurve mit steilen Flanken. Diese Kurvenform bildet die Grundlage für die Wirkungsweise des dreifach schaltbaren Vierfachfilters. Dessen drei Schaltstellungen sind in **Bild 2a..c** dargestellt.



„Schmal" (2a): Das Filter ist vierkreisig. Kreise I und II sind im gemeinsamen Becher induktiv gekoppelt. Kreis II ist mit Kreis III über die Spule LK 1 im Fußpunkt der Kreisspule II gekoppelt, und die Kreise III und IV sind in einem zweiten Abschirmbecher ebenfalls induktiv gekoppelt. Die Trennschärfe ist maximal und die Stufenverstärkung hoch.

„Normal" (2b): Kreis II ist abgeschaltet; er bleibt offen, so daß ungewollte Absorptionserscheinungen und Mehrwegekopplungen vermieden werden. Die Kopplung von Kreis I und Kreis III wird von der Spule LK 2 im Fußpunkt der C-Seite von Kreis III vorgenommen. Die auf der L-Seite liegende Spule LK 1 ist ohne Wirkung, weil durch Abschalten von Kreis II stark verstimmt. Die Dimensionierung ergibt eine gleiche Verstärkung wie in Stellung „schmal", jedoch mit einer etwas größeren Bandbreite.

„Breit" (2c): Jetzt ist das Filter durch Abschalten der Kreise II und III nur noch zweikreisig. Die stark überkritische Kopplung von Kreis I auf IV erfolgt durch LK 2. Die Einsattelung der Kurve ist außerordentlich groß und die Verstärkung geht zurück. Beide Höcker vergrößern die Bandbreite.

Bild 3 veranschaulicht die Zf-Kurven, aufgenommen über den gesamten Zf-Verstärker, mit Trennschärfe- und Bandbreitenwerten.

Übrigens sind alle Schaltvorgänge niederohmig, so daß abgeschirmte Zuleitungen zu den Schaltkontakten entfallen. Das Vierfachbandfilter zeichnet sich in dieser Art durch einfachen, unkomplizierten Aufbau aus.

-r

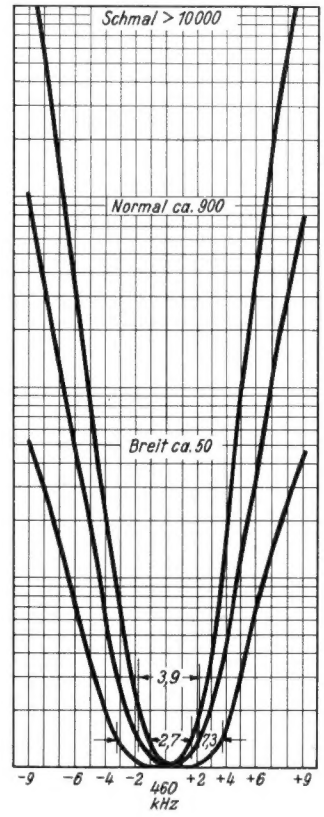


Bild 3. Zf-Durchlaßkurve des gesamten Zf-Verstärkers

Die Mikrofon-Verstärkerröhre AC 701

Die „Mikrofonflasche" für hochwertige Übertragungen wird immer mehr durch zierliche Stabmikrofone mit Subminiaturröhren verdrängt.

An die Röhre unmittelbar hinter einem Kondensator-Mikrofon werden besondere Anforderungen gestellt, die von einer normalen Rundfunktype im allgemeinen nicht erfüllt zu werden brauchen. Diese Forderungen sind:

1. Besonders gute Freiheit von Störgeräuschen, die durch die Röhre verursacht werden — Mikrofoneffekt, Eigenrauschen.

2. Hoher Eingangswiderstand.

3.. Möglichst kleine Abmessungen.

4. Niedriger Heiz- und Anodenstromverbrauch (damit in dem geschlossenen Mikrofongehäuse möglichst wenig Wärme entwickelt wird).

Mit dem Typ AC 701 bringt Telefunken eine Spezialröhre auf den Markt, die diesen Bedingungen gerecht wird.

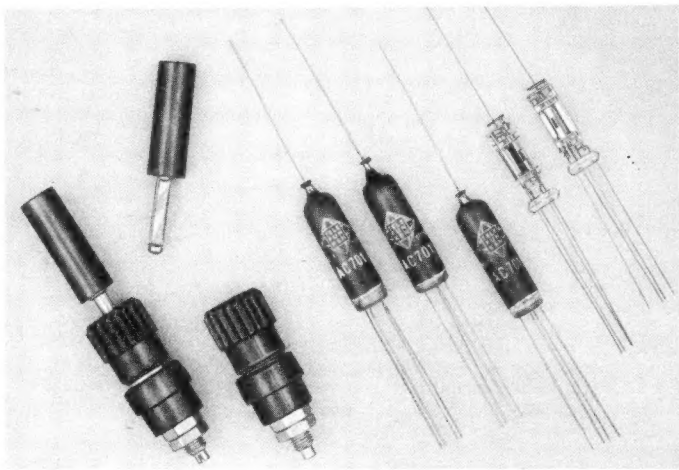


Bild 1. Einige Röhren AC 701 und ihre Systeme ohne Kolben im Vergleich zu Bananensteckern und Apparate-Klemmen

Freiheit von Mikrofonie und Eigenrauschen

Bei der Verwendung von Kondensator-Mikrofonen sind die Ansprüche an die Wiedergabegüte besonders hoch. Gleichzeitig sind jedoch die von der Mikrofonkapsel gelieferten Spannungen u. U. außerordentlich klein. Auch bei sehr niedrigem Nutzpegel muß der Störpegel in der ersten Verstärkerstufe noch um Größenordnungen tiefer liegen, weil er sonst durch die hohe Nachverstärkung als Störgeräusch in Erscheinung tritt. Das bedingt einmal eine sehr gute Klingfreiheit der Röhre. Zum anderen muß ihr Eigenrauschen auf ein verschwindendes Maß herabgesetzt sein. Dieses Eigenrauschen setzt sich aus verschiedenen Anteilen zusammen. Um diese klein zu halten, müssen bei der Bemessung der Röhre eine Reihe von besonderen Gesichtspunkten berücksichtigt werden wie:

1. Kleiner Gitterfehlstrom und damit besonders gute Isolation.

2. Bestes Vakuum zur Vermeidung von Ionenströmen.

3. Wahl eines besonderen Katodenmaterials.

4. Geeignete Ausbildung der Katode für ausreichende, gleichmäßige Emission.

5. Vermeidung thermischer Gitter-Emission durch niedrige Temperaturen.

6. Besonders gute Entgasung aller Einzelteile vor dem Zusammenbau etc.

Hoher Eingangswiderstand

Die EMK der Mikrofonkapsel erfährt eine Spannungsteilung im Verhältnis des vorwiegend ohmschen Verbraucher-Widerstandes zwischen Gitter und Katode zum Gesamtwiderstand, der sich aus dem inneren Widerstand der Spannungsquelle und dem Verbraucherwiderstand zusammensetzt. Da der Innenwiderstand der Kapsel kapazitiv ist, ergibt sich daraus ein Frequenzabfall nach den Tiefen hin. Dieser tritt naturgemäß um so weniger in Erscheinung, je niedriger der kapazitive Widerstand der Quelle und je höher der ohmsche Eingangswiderstand der Mikrofonröhre ist. Da der Gitterfehlstrom der AC 701 außerordentlich klein ist, können im Gitterkreis Widerstände in der Größenordnung von 500 MΩ angewandt werden. Dadurch wird auch bei Verwendung der modernen kleinen Mikrofonkapseln mit ihrer niedrigen Kapazität mühelos ein ebener Frequenzverlauf nach den Tiefen hin erzielt.

Verschiedene Vorkehrungen, die zur Erlangung möglichster Rauscharmut getroffen wurden — kleiner Gitterfehlstrom, bestes Vakuum — sind gleichzeitig erforderlich, um einen hohen Eingangswiderstand zu erzielen. Hinzu treten weitere Maßnahmen, die in diesem Sinne wirken:

1. Verwendung sorgfältig ausgewählter und vorbereiteter Isolierteile, vor allem Glimmerscheiben.

2. Wahl großer Abstände bei den Elektrodenbefestigungen im System und bei den Zuführungen durch die Kolbenwand.

Der mechanische Aufbau

Die Röhre AC 701 ist in Subminiatur-Technik ausgeführt. Der Durchmesser des Kolbens beträgt etwa 10 mm, seine Länge 38 mm. Am Sockel befinden sich freie Drahtenden mit den Elektrodenzuführungen von Faden, Katode und Anode, während das Gitter — eben mit Rücksicht auf die hohen Isolationsforderungen — am oberen Ende herausgeführt ist. Die in **Bild 1** gezeigten drei Röhren AC 701 erlauben einen guten Größenvergleich zu handelsüblichen Bauteilen: Bananenstekkern und Apparateklemmen. Daneben sind zwei Systemaufbauten auf dem Preßteller zu sehen.

Bild 2 zeigt ein Schnittbild des Röhrensystems. Im Interesse guter Klingfreiheit ist das System kurz und starr ausgebildet. Trotz der angestrebten geringen Heizleistung von nur 0,4 W konnte die Wärmeverteilung auf der Katode so günstig gehalten werden, daß bei der geforderten Steilheit das Katodenrauschen selbst bei schwankender Heizspannung genügend klein bleibt. Im Hinblick auf gute Isolation und große Kriechwege kommen beim Aufbau zwei Paar Glimmerscheiben zur Anwendung, die durch Aufbaustreben und Distanzbleche möglichst starr miteinander verbunden sind. Eine fünfte Glimmerscheibe am Kopf der Röhre sorgt dafür, daß beim Verdampfen des Getters kein Niederschlag auf den darunterliegenden empfindlichen Isolationsstrecken entsteht. Die Katode ist in dem inneren Glimmerscheibenpaar gelagert. Die Streben für das Profilgitter treten durch diese Scheiben ohne Berührung hindurch und sind in den beiden äußeren gehaltert. Diese wiederum haben keinen direkten Kontakt mit der Katode. Innere und äußere Aufbauscheiben werden nur durch die Aufbaustreben verbunden. Dadurch entsteht ein großer Kriechweg von Katode zum Gitter, der für gute Isolation und damit hohen Eingangswiderstand ausschlaggebend ist. Allerdings wird durch diese Konstruktionen der Aufbau erheblich komplizierter, da hierbei die genaue Einhaltung des sehr kleinen Gitter-Katoden-Abstandes von ca. 90 µ auf dem Umweg über zwei verschiedene Scheiben

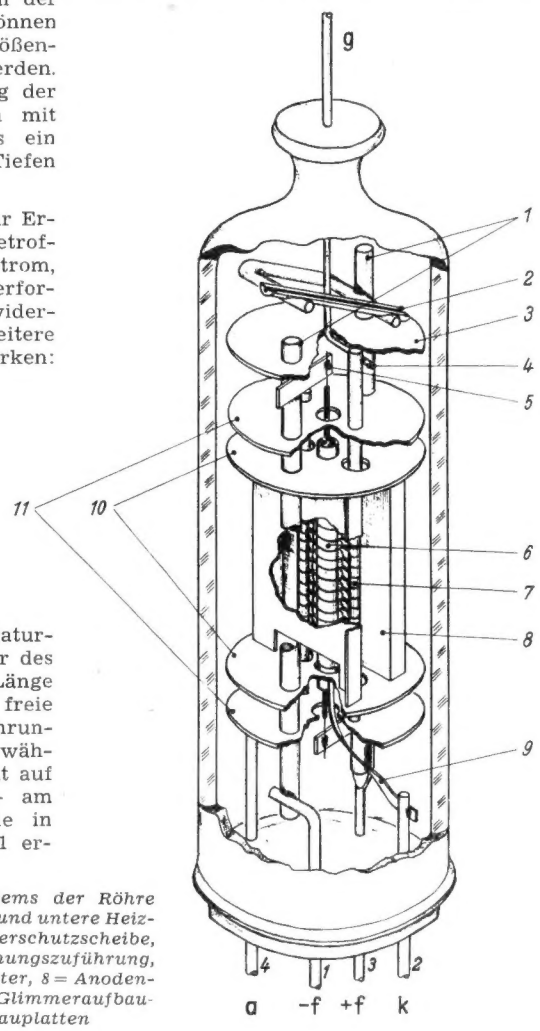


Bild 2. Schnittbild des Elektrodensystems der Röhre AC 701; 1 = Aufbaustreben, zugleich obere und untere Heizspannungszuführung, 2 = Getter, 3 = Getterschutzscheibe, 4 = Gitteranschluß, 5 = Obere Heizspannungszuführung, 6 = Katode, 7 = Gitterstrebe mit Profilgitter, 8 = Anodenblech, 9 = Katodenbändchen, 10 = Innere Glimmeraufbauplatten, 11 = Äußere Glimmeraufbauplatten

und über die Aufbaustreben gewährleistet sein muß. Das erfordert höchste Präzision bei der Herstellung der Einzelteile, laufend genaue Prüfung der verwendeten Materialien auf Maßhaltigkeit, Gleichmäßigkeit der Herstellung des Katodenbelags und höchste Sorgfalt im Aufbau der Systeme. Jede noch so kleine Abweichung in den Maßen würde die Röhre so verändern, daß sie für die besonderen Ansprüche unbrauchbar wäre, die hinsichtlich enger Toleranz der elektrischen Daten, Innenwiderstand und Durchgriff, von der Verstärkerschaltung vorgeschrieben sind. Mit der Einhaltung kleiner Toleranzen und besonders ausgewählter Passungen beim Systemaufbau wird überdies auch die Klingfreiheit gefördert.

Daten und Abmessungen

In der **Tabelle** sind die vorläufigen technischen Daten der AC 701 wiedergegeben. **Bild 4** zeigt die Abmessungen, **Bild 6** das Ja/Ug- und das Ja/Ua-Kennlinienfeld. Für den Entwurf von Verstärkerschaltungen ist die Kenntnis von Steilheit S, Verstärkungsfaktor μ und Innenwiderstand R_i in Abhängigkeit vom Anodenstrom zweckmäßig. Diese Werte sind in den Diagrammen **Bild 9** und **10** für vier verschiedene Anodenspannungen 40, 60, 80 und 100 V aufgezeichnet.

Der Kolben der AC 701 ist außen geschwärzt, um zu vermeiden, daß durch Foto-Emission Störgeräusche entstehen. Wird nämlich eine geheizte Katode einer Beleuchtung ausgesetzt, so treten unter dem Einfluß der auftreffenden Lichtenergie zusätzlich Elektronen aus. Ist die Beleuchtung von wechselnder Stärke, etwa durch eine mit Netz-Wechselstrom geheizte Glühlampe oder durch ein Blitzlicht, so wird diese unbeabsichtigte Modulation infolge der hohen nachfolgenden Verstärkung als störendes Nebengeräusch hörbar. Dies wird durch die Schwärzung der Röhre verhindert.

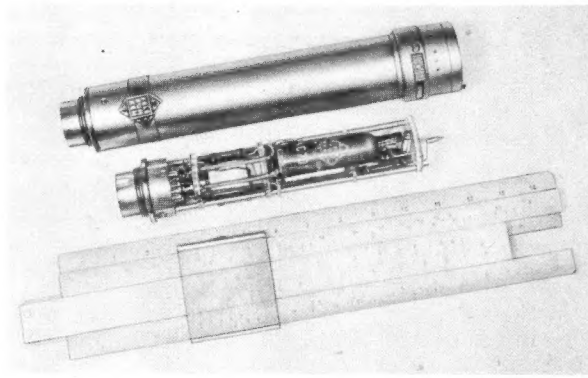


Bild 3. Telefunken-Kleinmikrofon mit der Verstärkerröhre AC 701

Die AC 701 im Mikrofonverstärker

Durch die Röhre AC 701 wird die Entwicklung besonders kleiner und handlicher Kondensatormikrofone, wie sie vorwiegend für die Fernsehtechnik benötigt werden, entscheidend beeinflußt. Das Gehäuse eines dieser neuen Telefunken-Kleinmikrofone — **Bild 3** —, das außer der Kapsel den kompletten Verstärker samt Anpassungstrafo enthält, besitzt z. B. einen Durchmesser von nur 20 mm bei einer Gesamtlänge von 115 mm. Infolge der räumlichen Kleinheit verursachen solche Mikrofone eine geringe Verzerrung des Schallfeldes und erhalten dadurch eine ausgeglichene Richtcharakteristik in Abhängigkeit von der Frequenz.

Die Prinzipschaltung eines solchen Mikrofonverstärkers zeigt **Bild 5.** Über den Widerstand von 300 MΩ erhält die Mikrofonkapsel ihre positive Vorspannung. Die Kapazität der Kapsel zusammen mit der Parallelschaltung der beiden im Gitterkreis liegenden Widerstände von je 300 MΩ bestimmt die untere Grenzfrequenz. Mit einer Kapazität von ca. 50 pF liegt diese hier etwa bei 20 Hz. Der Arbeitspunkt der Röhre wird durch den Spannungsteiler 60 kΩ/100 kΩ über der Heizfadenspannung von 4 V zu etwa —1,6 V festgelegt. Zur Anpassung an den Leitungswiderstand von 200 Ω liegt im Ausgang ein Übertrager, der im Interesse des linearen Frequenzganges gleichstromfrei über eine Kapazität angekoppelt ist. Diese Schaltung bedingt einen hochwertigen Koppelkondensator zwischen Mikrofon und Gitter der AC 701, denn sonst können durch Leckströme leicht Störgeräusche entstehen. Außerdem sind im Mikrofon-Gitterkreis zwei parallelliegende Hochohmwiderstände erforderlich. Der große Vorteil der Anordnung ist jedoch der, daß mechanisch einfache Kapseln verwendet werden können, bei denen das Gehäuse geerdet ist. Diese Kapseln können dadurch besonders einfach auf dem Gehäuse befestigt werden, und sie benötigen zur elektrischen Verbindung mit dem Verstärker nur einen Kontakt für die Gegenelektrode.

Eine andere Mikrofon-Eingangsschaltung zeigt **Bild 7.** Sie bedingt eine Kapsel, bei der das Gehäuse mit der Membran auf hoher Spannung liegt, während die Gegenelektrode direkt mit dem Gitter verbunden werden kann. Hier entfällt der Koppelkondensator wie auch der zweite Widerstand im Gitterkreis. Dafür werden hohe Anforderungen an die Isolation der Gegenelektrode und damit an den techni-

Mikrofonverstärkerröhre AC 701
Vorläufige Daten

Telefunken-Spezialtriode in Subminiaturausführung für Nf-Vorverstärkung, allgemein für alle Anwendungszwecke, die hohen Isolationswiderstand zwischen Steuergitter und allen übrigen Elektroden, große Klingfestigkeit und geringes Nf-Eigenrauschen bei kleiner Heizleistung erfordern.

Heizung: indirekt für Gleichstrom, Parallelspeisung

U_h = 4,0 V, I_h = 105 mA

Meßwerte:

U_a = 60 V	S = 2,3 mA/V
U_g = —1,5 V	μ = 22
I_a = 2,1 mA	R_i = 9,5 kΩ

Betriebswerte:

U_b =	120	120	120	V
R_a =	200	50	170	V
R_L[1]) =	20	10	17	kΩ
U_g =	—1,6	—1,5	—1,3	V
R_g =	150	150	150	MΩ
I_a =	0,41	1,36	0,5	mA
S =	0,75	1,75	0,95	mA/V
μ =	17,5	21	19	
R_i =	23,0	12	19	kΩ
I_g ≦	10^{-10}	≦ $3 \cdot 10^{-10}$	≦ $2 \cdot 10^{-10}$	A
U_{gr}[2]) ≦	6	≦ 6	≦ 5	μV_{sp}

[1]) Lastwiderstand im Anodenkreis.

[2]) Äquival. Gitterrauschspannung, gemessen mit einem Geräuschspitzenspannungsmesser mit Ohrfilter nach CCIF-Norm 1949 und einer Vergleichfrequenz von 1 kHz am Steuergitter.

Grenzdaten:

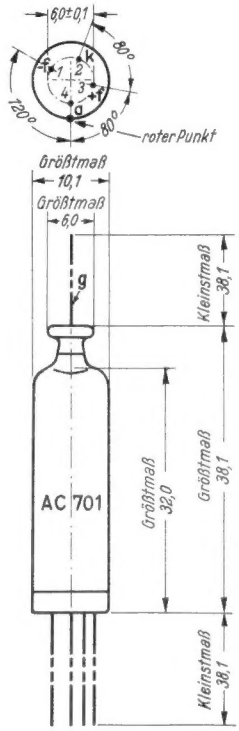
Anodenkaltspannung	U_a	= 250	V
Anodenspannung	U_a	= 120	V
Anodenverlustleistung	N_a	= 0,5	W
Katodenstrom	I_k	= 5	mA

Kapazitäten:

Eingang	c_e	= 2,5	pF
Ausgang	c_a	= 1,2	pF
Gitter/Anode	$c_{g/a}$	= 2,0	pF

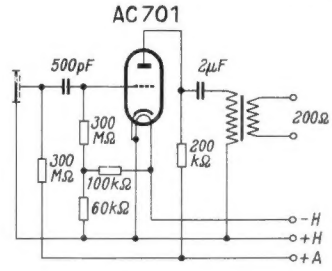
Abmessungen:

Kolbenlänge	max.	38,1 mm
Kolbendurchmesser	max.	10,1 mm
Länge der Zuleitungsdrähte	min.	38,1 mm



Links: Bild 4. Abmessungen und Anschlußbild der Röhre AC 701

Rechts: Bild 5. Mikrofonverstärkerschaltung für Mikrofonkapseln mit positiver Vorspannung an der Gegenelektrode



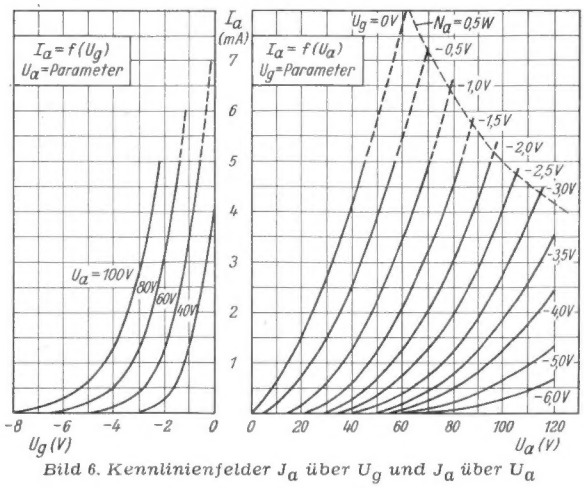


Bild 6. Kennlinienfelder J_a über U_g und J_a über U_a

schen Aufbau der Kapsel gestellt. Das Kapselgehäuse muß gegen Masse und gegen die Umgebung isoliert sein, und zur Verbindung des Kapselgehäuses mit dem Verstärker ist ein weiterer Kontakt erforderlich. Der Verstärkerteil ist im übrigen der gleiche wie bei der ersten Schaltung.

Vom Gitter der AC 701 bis zum 200-Ω-Ausgang zeigt die Schaltung bei Anpassung folgende Verstärkungswerte:

Arbeitspunkt der Tabelle	Verstärkung
Spalte 1	0,8
Spalte 2	1,35
Spalte 3	0,97

In **Bild 8** ist eine Verstärkeranordnung in Anodenbasisschaltung dargestellt. Durch die Katoden-Auskopplung kann hierbei der Ausgangsübertrager eingespart werden. Das ergibt eine merkliche Verkleinerung an Volumen und Gewicht. Der Anpassungswiderstand dieser Anordnung setzt sich zusammen aus der Parallelschaltung des Katodenwiderstandes R_k und des Innenwiderstandes des Katodenausgangs R_i':

$$R_a = R_i' \parallel R_k.$$

Die Verstärkung hat den Wert $S \cdot R_a$.

Bei einem vorgegebenen Anpassungswiderstand von nur 200 Ω empfiehlt sich damit die Wahl eines Arbeitspunktes mit größerer Steilheit. Für eine Einstellung mit

$U_a = 80$ V, $U_g = -2{,}1$ V und $J_a = 3$ mA

ergeben sich die Werte:

$S = 2{,}45$ mA/V, $\mu = 22{,}2$ und $R_i = 9$ kΩ.

Daraus errechnet sich der Widerstand zwischen Katode und Masse zu

$$R_i' \quad \frac{R_i}{1 + \mu} = 390\ \Omega$$

Für den Katodenwiderstand R_k ergibt sich damit ein Wert von 410 Ω, und die Verstärkung der Schaltung ist 0,49fach.

Ist der Außenwiderstand größer und beträgt beispielsweise 600 Ω, so wird man die Anpassung mit einem anderen Arbeitspunkt erreichen:

$U_a = 60$ V, $U_g = -1{,}3$ V, $J_a = 1{,}3$ mA

$S = 1{,}5$ mA/V, $\mu = 20$, $R_i = 13{,}5$ kΩ

Damit ergibt sich ein R_i' von 640 Ω, der Katodenwiderstand R_k zu 9,5 kΩ und eine Verstärkung von 0,9fach.

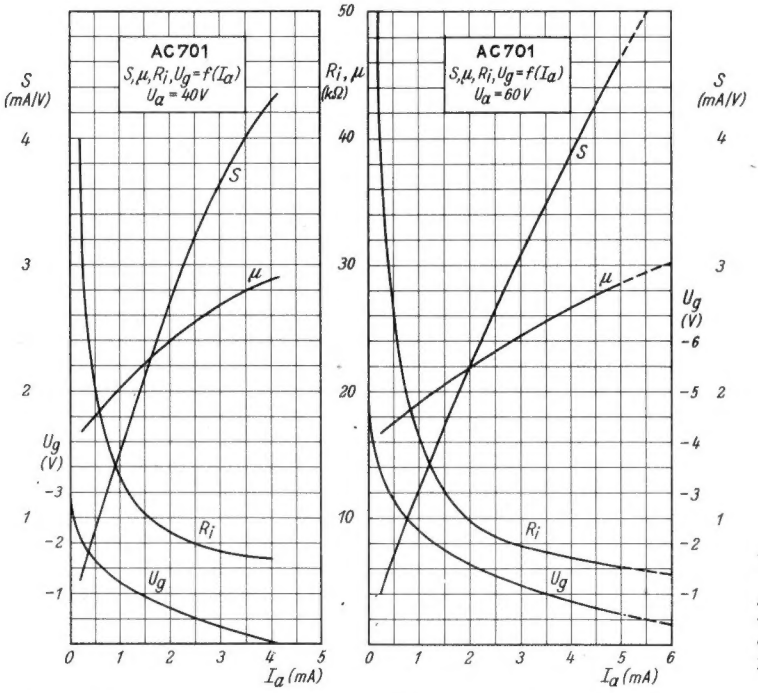


Bild 9. Steilheit, Verstärkungsfaktor, Innenwiderstand und Gittervorspannung über dem Anodenstrom für $U_a = 40$ V und 60 V

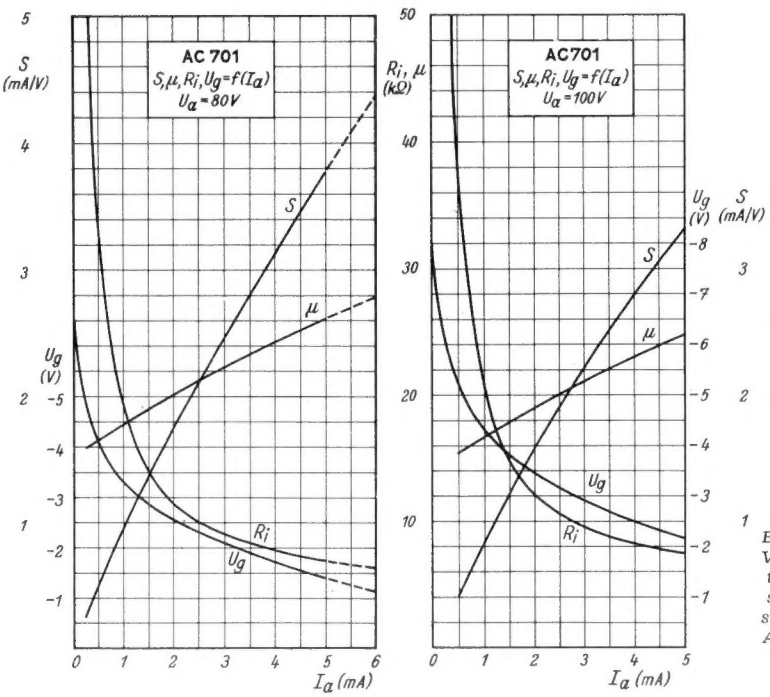


Bild 10. Steilheit, Verstärkungsfaktor, Innenwiderstand, Gittervorspannung üb. dem Anodenstrom für $U_a = 80$ V und 100 V

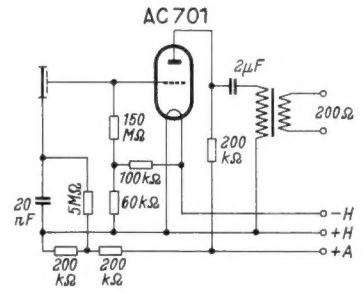


Bild 7. Mikrofonverstärkerschaltung für Mikrofonkapseln mit hochliegendem Gehäuse

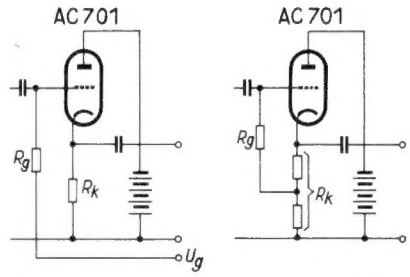


Bild 8. Verstärkerschaltung mit Katodenausgang

Die Gittervorspannung wird in geeigneter Weise entweder von einem Abgriff des Katodenwiderstandes oder von einer gesonderten Spannungsquelle zugeführt. Unter der Anodenspannung U_a ist stets die zwischen Anode und Katode der Röhre liegende Spannung zu verstehen. Die zugeführte Batteriespannung muß demzufolge um den Betrag $J_a \cdot R_k$ größer gewählt werden.

Neue Patentgebühren

Der seit Jahrzehnten gleichgebliebene Tarif für Patent- und Gebrauchsmustergebühren wurde einer Revision unterzogen, und die Gebühren mußten zeitentsprechend erhöht werden. Die neuen Gebühren ab 1. April 1955 betragen:

1. Patente

	DM		DM
Anmeldegebühr	50	10. Jahresgebühr	400
Bekanntmachungsgebühr	60	11. Jahresgebühr	525
3. Jahresgebühr	50	12. Jahresgebühr	675
4. Jahresgebühr	50	13. Jahresgebühr	825
5. Jahresgebühr	80	14. Jahresgebühr	1000
6. Jahresgebühr	125	15. Jahresgebühr	1175
7. Jahresgebühr	175	16. Jahresgebühr	1350
8. Jahresgebühr	250	17. Jahresgebühr	1525
9. Jahresgebühr	325	18. Jahresgebühr	1700

	DM
Beschwerdegebühr	60
Gebühr für den Antrag auf Beschränkung des Patentes	60
Gebühr für den Antrag auf Erklärung der Nichtigkeit	350
Gebühr für d. Anmeldung der Berufung	300

2. Gebrauchsmuster

	DM
Anmeldegebühr (zugl. Gebühr für 1. bis 3. Jahr der Schutzdauer)	30
Anmeldegebühr für Gebrauchsmuster-Hilfsanmeldung	15
Gebühr für Verlängerung d. Schutzdauer (4. bis 6. Jahr)	150
Gebühr für den Antrag auf Löschung	150
Gebühr für die Beschwerde gegen den Beschluß d. Gebrauchsmusterabteilung	250

Eine auszugsweise Aufstellung der neuen Gebühren, in der auch die Kosten für das Warenzeichenverfahren enthalten sind, wird dem Band 6 der Technikus-Bücherei „Der Weg zum Patent" beigelegt. Dieses Buch, von einem erfahrenen Praktiker in Patentangelegenheiten geschrieben, gibt in leichtverständlicher Darstellung die wichtigsten Einzelheiten für die Anmeldung eines Patentes, Gebrauchsmusters oder Warenzeichens an. Wer sich mit dem Gedanken trägt, eine Idee patentmäßig auszuwerten und nicht über genügend eigene Erfahrungen verfügt, sollte unbedingt dieses Werk zu Rate ziehen, denn es kann ihm viel Kosten und Mühe ersparen. (Der Weg zum Patent von Helmut Pitsch. Band 6 der Technikus-Bücherei des Franzis-Verlages. München. 96 Seiten, kart., Preis 2.20 DM).

Die Transistoren-Hörbrille WT 800

Von Rudolf G. E. Fischer — Wendton, Werner Wendt KG

Die Bügel einer Hörbrille enthalten ein vollständiges Schwerhörigen-Gerät mit Transistoren, dessen Benutzung dadurch wenig auffällt.

Die Hörbrille stellt die Verbindung einer Brille und einem Hörgerät dar. Diese Kombination soll gleichzeitig gewisse Mängel zweier Sinnesorgane kompensieren. Einerseits soll eine aufgetretene Fehlsichtigkeit und andererseits eine verminderte Schallempfindung ausgeglichen werden. Näher betrachtet stellt sich heraus, daß diese Kombination weder absurd noch geheimnisvoll ist, wie dies im ersten Moment erscheinen mag. So wie das Brillenglas eine Halterung besitzen muß, um richtig vor dem Auge zu stehen, besitzt das Hörgerät mit seinen notwendigen Verstärkerteilen eine Hülle, um die erforderlichen Einzelteile zusammenzuhalten. Diese beiden Teileträger, nämlich das Brillengestell als Halterung für das Glas und das Gehäuse für die Hörgeräteeinzelteile werden bei der Hörbrille zusammengefaßt. In nicht wenigen Fällen wird die Brillenfassung entweder nur Sonnenschutzgläser oder sogar nur neutrale Gläser tragen und damit dem Auge lediglich eine Attrappe vorsetzen.

Nunmehr taucht die Frage auf, wodurch es zu dieser eigenartig anmutenden Kombination gekommen ist. Es ist ein jahrzehnte alter Wunsch der Schwerhörigen, nicht nur ein Gerät zu besitzen, das die Auswirkungen der Schwerhörigkeit ausgleicht, sondern ein Gerät zu haben, das dies auch u n a u f f ä l l i g erreicht. Bisher war es das Bestreben, die notwendigen Teile, die zu einem Hörgerät gehören, möglichst klein herzustellen und damit das Hörgerät unauffällig zu gestalten. Wenn auch das Hörgerät mit dem eingebauten Mikrofon und dem eingebauten Verstärkerteil einschließlich der Speisequelle gerade in jüngster Zeit sehr kleingehalten werden konnte, eine Verbindungsleitung von diesem Gerät zum Einsteckhörer im Ohr war immer notwendig. Und gerade diese Leitung, so dünn sie auch war und so unauffällig sie durch Farbgebung und Trageweise wirkte, wurde von den Schwerhörigen als größte Behinderung empfunden. Selbst das sogenannte Secret Ear, das den Hörer mit seiner Leitung vom äußeren Gehörgang wegverlegte, brachte nur bedingt die gewünschte Unauffälligkeit. Der von Laien oft gehegte Wunsch, eine „Erbse im Ohr" zu besitzen, dürfte in naher Zukunft nicht realisierbar sein. Gegen diese Lösung sprechen nicht nur technische, sondern auch physikalische Gründe.

Die Einführung der Transistoren als Verstärkerelemente anstelle der Elektronenröhren brachte die Möglichkeit, die Abmessungen der Hörgeräte wesentlich herabzusetzen. Der auf keinen Fall neue Gedanke, ein Hörgerät einschließlich der Hörer in einem Brillengestell unterzubringen, konnte überhaupt erst durch diese Bauelemente verwirklicht werden. Dadurch fiel die beanstandete Schnur vom Hörer zum Gerät fort.

Nach den derzeitigen Erkenntnissen kann man die Hörbrille als Vorstufe zum bisherigen Hörgerät auffassen. Auf Grund anfangs geschilderter Umstände sind nur sehr wenige Schwerhörige ungehemmt bereit, ein Hörgerät mit getrenntem Hörer zu tragen. Deshalb wird der Zeitpunkt der erstmaligen Benutzung einer Hörhilfe möglichst weit hinausgeschoben. Dadurch entsteht die Gefahr, daß der Schwerhörige außer psychischen Schädigungen im Laufe der Jahre selbst das einwandfreie Sprechen verlernen kann. Um diesen Erscheinungen von vornherein zu begegnen, dürfte die Hörbrille als Hörhilfe besonders angebracht sein.

Die bisherigen Betrachtungen befaßten sich lediglich mit dem äußeren Aussehen, die aber vom medizinischen und technischen Standpunkt gesehen nicht allein entscheidend sein dürfen. Bei den nun folgenden Überlegungen kann die „Brilleneigenschaft" der Hörbrille vernachläßigt werden, da weder optische Vor- bzw. Nachteile gegenüber einer normalen Brille auftreten werden. Wesentliche neue Gesichtspunkte ergeben sich jedoch bei den Betrachtungen der akustischen Eigenschaften eines Hörgerätes im Brillengestell gegenüber einem solchen im konventionellen Gehäuse.

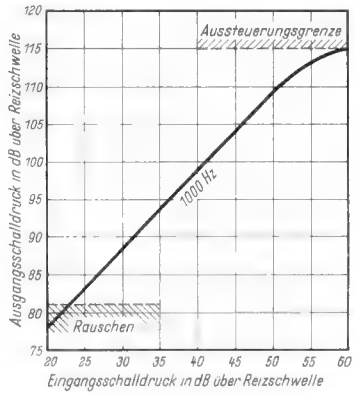


Bild 1. Ausgangsschalldruck als Funktion des Eingangsschalldrucks (ohne Gegenkopplung)

Die charakteristischen Merkmale, die ein Hörgerät beschreiben, sind

1. die akustische Verstärkung
2. der maximale Ausgangspegel und
3. die Verstärkung über die Frequenz.

Unter der a k u s t i s c h e n V e r s t ä r k u n g versteht man die Differenz, die zwischen dem Schalldruck am Hörer, gemessen mit Hilfe eines künstlichen Ohres, und dem Schalldruck am Mikrofon besteht. Ausgangs- und Eingangsschalldruck werden in dB gemessen.

Die akustische Verstärkung der Hörgeräte liegt nach internationalen Empfehlungen und Erfahrungswerten in vielen Fällen in der Nähe von 50 dB. Für die leichte Schwerhörigkeit genügen schon Geräte mit einer akustischen Verstärkung um 40 dB.

Die Hörbrille und ihr Aufbau. Mikrofon, Verstärker und Hörer befinden sich im Brillengestell

Die Hörbrille ist speziell für die leichteren und mittleren Fälle der Schwerhörigkeit gedacht, für die eine akustische Verstärkung von 40 bis 45 dB ausreichend ist. Eine wesentlich höhere akustische Verstärkung zu wählen, kann beim Betrieb der Hörbrille zu maßgebenden Nachteilen führen. Auf Grund des kurzen Luftschallweges zwischen Mikrofon und Hörer, obwohl getrennt in den beiden Brillenbügeln untergebracht, ist die Dämpfung so gering, daß die Gefahr der Selbsterregung besteht. Bei den konventionellen Hörgeräten kann der Selbsterregung begegnet werden, indem das Hörgerät mit dem eingebauten Mikrofon weit entfernt vom Ohr mit dem Einsteckhörer getragen wird.

Die zulässige maximale akustische Verstärkung wird weitgehend bestimmt von der Resonanzfreiheit von Mikrofon und Hörer einschließlich seiner akustischen Schallschlauchleitung zum Gehörgang. Auf den schalldichten Abschluß der Einsteckmulde im Gehörgang muß besonders sorgfältig geachtet werden.

Die Erzeugung einer akustischen Verstärkung von ca. 40...45 dB mit einem dreistufigen Transistor-Verstärker in Transformatorkopplung bzw. einem vierstufigen Verstärker in RC-Kopplung bereitet keine Schwierigkeiten. Es bestehen genügend elektrische Reserven, um eine ausreichende Temperaturkompensation und Stabilisierung durchzuführen. Die Temperaturkompensation ist gerade bei der Hörbrille von besonderer Wichtigkeit, da sie mehr den witterungsbedingten Temperaturschwankungen ausgesetzt ist als das Hörgerät, das unter der Bekleidung am Körper getragen wird.

Die akustische Verstärkung der Hörbrille WT 800 ist der Kurve in **Bild 1** zu entnehmen. Im linearen Bereich der Abhängigkeit des Ausgangsschalldruckes vom Eingangsschalldruck beträgt die akustische Verstärkung 59 dB bei ausgeschalteter Gegenkopplung. Wird die Gegenkopplung, wie in der Hörbrille vorgesehen, eingestellt, sinkt die akustische Verstärkung auf 40...45 dB.

Der m a x i m a l e A u s g a n g s p e g e l wird gleichfalls in der Druckkammer des künstlichen Ohres gemessen. Er gibt den maximal erreichbaren Schalldruck an, der

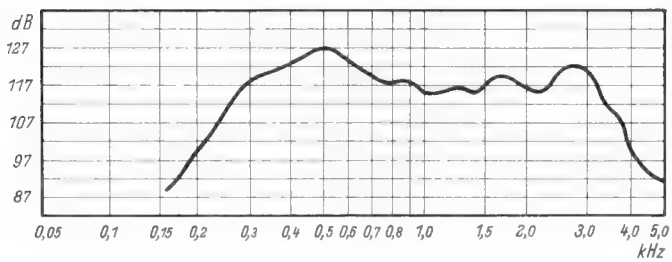


Bild 2. Maximaler Ausgangsschalldruck als Funktion der Frequenz

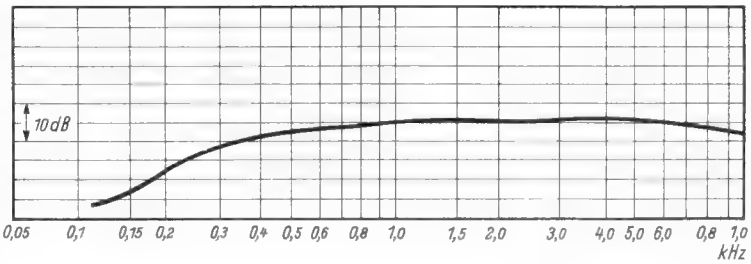


Bild 3. Elektrische Verstärkung als Funktion der Frequenz

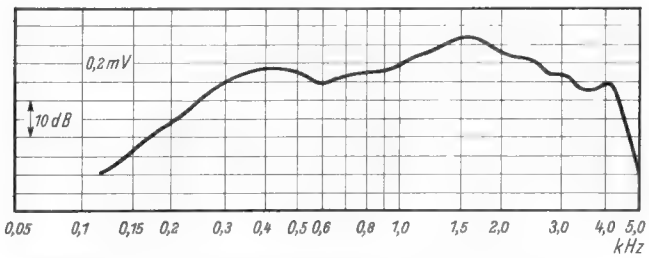


Bild 4. Frequenzkurve des Magnet-Mikrofons bei einem Schalldruck von 1 µb

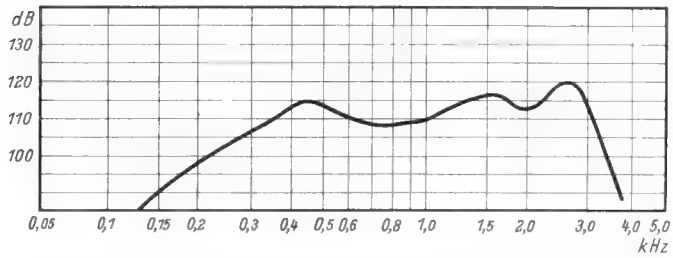


Bild 5. Schalldruck als Funktion der Frequenz. Schallschlauchlänge 6 cm, Eingangsschalldruck 65 dB über $2 \cdot 10^{-4}$ µb

bei Steigerung des Eingangspegels nicht überschritten wird. Der Bezugspunkt liegt bei einem Schalldruck von $2 \cdot 10^{-4}$ µb. Der maximale Ausgangspegel liegt bei Hörgeräten etwa zwischen 110 und 130 dB. Er wird auch bei der Hörbrille erreicht und ist vor allen Dingen durch die Einstellung des Endtransistors bestimmt, der seine Leistung einer einzelligen Batterie entnimmt.

Bild 2 zeigt den maximalen Ausgangsschalldruck in Abhängigkeit von der Frequenz. Im mittleren Frequenzbereich zwischen 500...3300 Hz liegt der maximale Ausgangsschalldruck bei 120 ± 5 dB.

Wie aus **Bild 3** zu ersehen ist, kann die elektrische Verstärkung im interessierenden Frequenzbereich in weiteren Grenzen linear und vor allen Dingen resonanzfrei gehalten werden.

Auf die akustische Verstärkung als Funktion der Frequenz gehen entscheidend die Übertragungs-Charakteristiken des Mikrofons und des Hörers ein. **Bild 4** gibt die Frequenzkurve des magnetischen Mikrofons wieder. Es wurde mit einem Schalldruck von 1 µb beschallt und mit einem ohmschen Widerstand von 1 kΩ belastet.

Der Frequenzgang des Hörers ist besonders durch die Einwirkung des Schallschlauches zum äußeren Gehörgang bemerkenswert. In **Bild 7** ist der Schalldruckverlauf eines Hörers ohne und mit Schallschlauchleitung verschiedener Länge wiedergegeben. Der Hörer wurde von einer Transistorenstufe gespeist, der konstante elektrische Leistung zugeführt wurde. Die Schalldruckmessung erfolgte in der genormten 2-cm³-Druckkammer. Bemerkenswert ist das Abwandern der Resonanz von 1200 Hz bei Schallschlauchlängen von 0..2 cm zu den tiefen Frequenzen um 500 Hz bei Schallschlauchlängen von 8...10 cm. Den Verlauf der akustischen Verstärkung der Hörbrille unter Einbeziehung des Mikrofons und des Hörers zeigt **Bild 5.**

Für den Verlauf der akustischen Verstärkung gibt es zahlreiche Empfehlungen. Diese gewinnen jedoch bei der Hörbrille erst besonderen Wert. Durch die herkömmliche Trageweise des Hörgerätes unter der Bekleidung wurde wesentlich der Frequenzgang unkontrollierbar beeinflußt. Eine praktische Möglichkeit einer geeigneten Frequenzkorrektur unter Berücksichtigung dieser Bekleidungseinflüsse bestand bisher nicht.

Diese unerwünschten Einflüsse treten bei der Hörbrille nicht auf, da der Schall von der Schallquelle direkt zum Mikrofon, das im Bügel der Hörbrille untergebracht ist, gelangen kann.

Die Hörbrille bietet aber noch weitere akustische Vorteile. Besonders störend wurde beim bisherigen Hörgerät das Auftreten der Schabegeräusche empfunden. Zahlreiche Wege wurden begangen, diese Schabegeräusche auf ein Minimum herabzusetzen. Kompromisse waren dabei nicht zu umgehen. Es ist nicht der Sinn dieser Ausführungen, auf die Ursachen und Auswirkungen der Schabegeräusche einzugehen. Jedenfalls ist dieser Faktor nicht zu vernachlässigen. Da Schabegeräusche bei der Hörbrille bedingt durch ihre Trageweise, nicht auftreten können, muß dieser Tatbestand als besonders vorteilhaft herausgestellt werden.

Die Wendton-Hörbrille WT 800 besitzt einen vierstufigen, RC-gekoppelten Verstärker, dessen Schaltung in **Bild 6** wiedergegeben ist.

Als Verstärker-Elemente finden pnp-Germanium-Transistoren Verwendung. Das magnetische Mikrofon Mi am Eingang steht wahlweise über einem Tonblendenschalter mit einem 20-nF-Kondensator C 8 oder mit einer Parallelschaltung von C 8 mit einem Elektrolytkondensator C 1 von 1,28 µF, die an der Basis des ersten Transistors Tr 1 angeschlossen sind, in Verbindung. Alle Basen der ersten drei Transistoren erhalten ihre Spannung vom heißen Ende des Kollektor-Widerstandes. Da das Kollektor-Potential bei gegebenem Kollektor-Widerstand und gegebener Speise-Spannung von dem sich einstellenden Kollektorstrom abhängig ist, erfolgt über den Basisstrom, der über den Basis-Widerstand R 1, R 4 bzw. R 6 fließt, eine Gleichgewichtseinstellung. Hierdurch werden nicht nur Exemplarstreuungen der Transistoren, sondern auch Temperaturänderungen weitgehend ausgeglichen. Der Temperaturkompensation bei der Hörbrille ist besonderes Gewicht beizumessen. Während beim bisherigen Hörgerät, das in der Regel unter der Bekleidung getragen wird, nur verhältnismäßig geringe Temperaturschwankungen zu erwarten sind, sind diese bei der Hörbrille mindestens um den Faktor Zwei größer. Aus diesem Grunde ist es notwendig, die kollektorseitige Stabilisierung in den ersten drei Verstärkerstufen, z. B. durch geeignete Gegenkopplungsschaltungen zu unterstützen. Bei der Hörbrille WT 800 erfolgt die Gegenkopplung über R 3 vom Ausgang des letzten Transistors zum Kollektor des ersten Transistors.

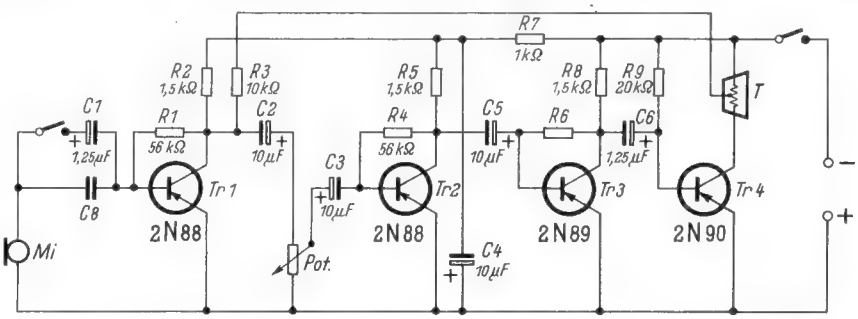


Bild 6. Schaltung der Hörbrille WT 800

Um das Grundrauschen der Hörbrille kleinzuhalten, liegt der Lautstärkeregler Pot. hinter der ersten rauscharmen Transistorstufe. Auch das Siebglied R 7 C 4, das die Spannung an den ersten beiden Transistorstufen herabsetzt, hält das Eigenrauschen niedrig. Der Kollektorstrom der vierten Stufe wird über einem Basiswiderstand R 9 geeigneter Größe eingestellt.

Der gesamte Verstärker entnimmt bei einer Umgebungstemperatur von 25° C einer einzelligen Stromquelle einen Strom von 4 mA. Während bei der Quecksilberzelle RM 625 die Betriebszeit ca. 60 Stunden beträgt, ergeben sich bei Verwendung des Akkumulators 60 DK ca. 15 Hörstunden. Wenn auch die Hörstundenzahl bei

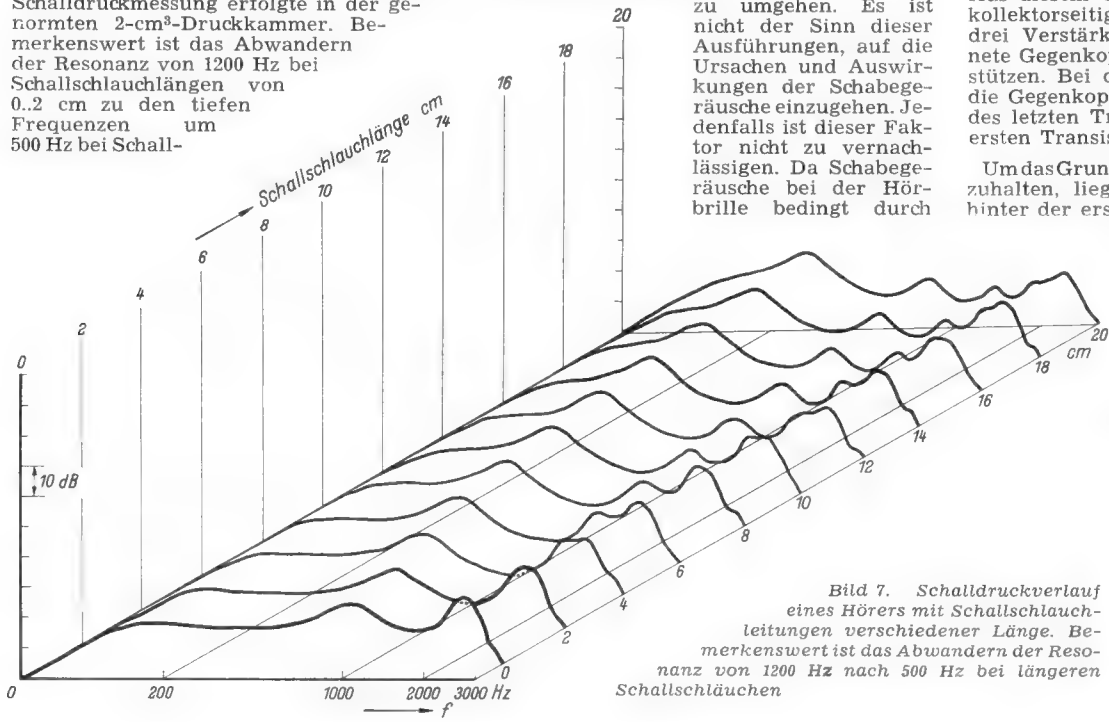


Bild 7. Schalldruckverlauf eines Hörers mit Schallschlauchleitungen verschiedener Länge. Bemerkenswert ist das Abwandern der Resonanz von 1200 Hz nach 500 Hz bei längeren Schallschläuchen

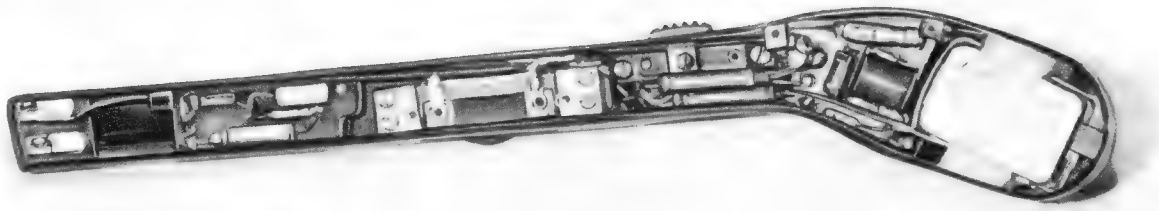


Bild 8. Blick in den zweiten Brillenbügel mit magnetischem Mikrofon, Ausschalter und Lautstärkeregler

Verwendung des genannten Akkumulators niedrig erscheinen mag, hat dieser den Vorteil, die geringsten Betriebskosten in Höhe vom kleinsten Bruchteil eines Pfennigs zu verursachen.

Der Hörer, der in die Hörbrille eingebaut ist, zeichnet sich durch interessante Konstruktionsmerkmale aus. Während beim Einsteckhörer normaler Ausführung die Schallableitung aus dem der Membran vorgelagerten Kompressionsraum erfolgt, geschieht die Schallableitung beim Spezialhörer aus dem magnetseitigen Kompressionsraum.

Aufbautechnisch stellt die Hörbrille eine besondere Leistung neuzeitlicher Kleinbauweise dar. So zeigt **Bild 8** das Innere des zweiten Brillenbügels mit dem magnetischen Mikrofon, dem Ausschalter mit Lautstärkeregler und verschiedenen anderen Bauelementen.

Ein Scheinwiderstandsmesser mit Transistor-Oszillator

Eine Transistorschaltung dient als Ohmmeter mit weitem Meßbereich, sie mißt ferner Scheinwiderstände von Spulen und Kondensatoren.

In der Praxis wird oft ein Meßgerät benötigt, mit dem man schnell und unabhängig vom Lichtnetz ohmsche Widerstände sowie Scheinwiderstände von Spulen, Übertragern und Kondensatoren ermitteln kann. Diese Aufgabe wurde in ganz neuartiger Weise durch den nachstehend beschriebenen Scheinwiderstandsmesser ZT 800/1 der Firma Oskar Vierlinger gelöst.

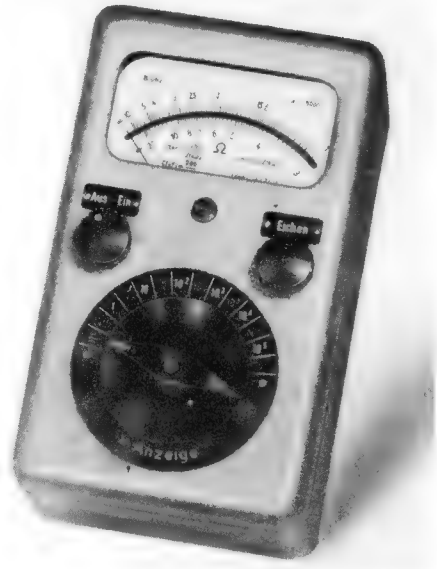


Bild 1. Scheinwiderstandsmesser ZT 800/1. Hersteller: Oskar Vierling, Ebermannstadt

Meßprinzip

Das Gerät arbeitet nach dem Prinzip der Strommessung bei konstanter Spannung. Legt man nach **Bild 2** den zu messenden Widerstand R an eine konstante Spannung U_{const} und mißt den Strom I, so gilt:

$$R = U_{const} \cdot \frac{1}{I}$$

Der Strom I ist unmittelbar ein Maß für den Widerstandswert, die Skala des Amperemeters läßt sich also in Ohmwerten eichen. Bei einem großen Widerstand ist der Strom klein und umgekehrt. Die Skala ist daher gegenläufig, der Nullpunkt (R = O) liegt rechts.

Der Meßumfang ist jedoch nur klein. Man erweitert ihn, indem nach **Bild 3** mehrere Meßbereiche vorgesehen werden. Die konstante Spannung wird hierbei durch einen Spannungsteiler unterteilt, und hohe Widerstände werden mit einer größeren Spannung gemessen. Um die Skalen zur Deckung zu bringen und die Belastung der Meßspannung in den einzelnen Bereichen gleichzuhalten, muß auch der Meßbereich des Amperemeters durch Vorwiderstände geändert werden. Dies erfolgt zweckmäßig durch einen weiteren, mit dem ersten gekuppelten Schalter.

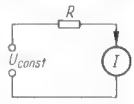


Bild 2. Prinzip des Widerstandsmessers mit konstanter Spannung

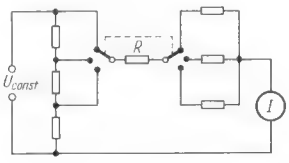


Bild 3. Erweiterung auf mehrere Meßbereiche

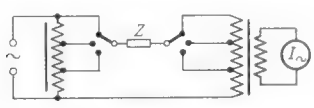


Bild 4. Auch Scheinwiderstände Z lassen sich nach diesem Verfahren messen

Dieses Prinzip läßt sich ohne weiteres auf Wechselspannungen übertragen. Hierbei kann nach **Bild 4** die Meßspannungsquelle durch eine angezapfte Übertragerwicklung dargestellt werden, und auch die Meßbereiche des Amperemeters werden durch entsprechende Übertrageranzapfungen gewonnen. Wählt man als Meßfrequenz den in der Tonfrequenztechnik üblichen Wert von 800 Hz, dann kann man mit dem Wechselstrom-Amperemeter sowohl ohmsche Widerstände als auch Scheinwiderstände Z messen. Außerdem ergeben sich mit dieser Meßfrequenz ($2\pi f = 5000$) einfache Umrechnungsformeln für die Messung von Induktivitäten und Kapazitäten. Ein weiterer Vorteil dieser Frequenz liegt darin, daß Streuungen und Eigenkapazität bei der Messung von Übertragern noch keine Rolle spielen.

Die Meßspannungsquelle

Nach **Bild 5** verwendet man als Meßspannungsquelle einen Transistoroszillator mit dem Telefunken-Flächentransistor OC 602. Er wird aus einer im Meßgerät eingebauten 22,5-V-Batterie, wie sie in Schwerhörigengeräten üblich ist, gespeist. Bei nur 1 mA Stromentnahme hat diese Batterie im Dauerbetrieb eine Kapazität von ca. 100 Meßstunden.

Der Schwingkreis liegt in der Kollektorleitung des Transistors und wird aus einem Ferritkerntransformator T 1 und einem Styroflex-Kondensator C 3 gebildet, die beide eine hohe zeitliche und thermische Konstanz besitzen. Die Rückkopplungsspule liegt in der Basiszuleitung. Der Widerstand R 1 im Emitterkreis dient zur Amplitudenbegrenzung. Über die Widerstände R 2 und R 3 stellt sich eine geeignete Emittervorspannung automatisch ein. Man erkennt an dieser Schaltung wieder die Verwandtschaft zu einer Röhrenschaltung, wie sie in der Aufsatzreihe „Transistortechnik — stark vereinfacht" behandelt wurde[1]). Der Basiskreis entspricht dem Gitterkreis einer Röhre. Er enthält die Rückkopplungsspule, während der Emitterkreis dem Anodenkreis entspricht; in ihm liegen die frequenzbestimmenden Glieder.

[1]) FUNKSCHAU 1955, Heft 11, Seite 227; Heft 16, Seite 348; Heft 17, Seite 383.

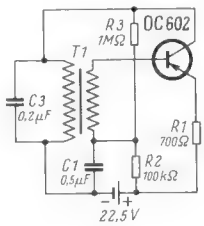


Bild 5. Die Transistor-Schwingschaltung zur Erzeugung der 800-Hz-Meßfrequenz

Vollständige Schaltung

Bild 6 gibt die vollständige Schaltung des Gerätes wieder. Die Betriebsspannung liegt über den Schalter S 2 und die Diode D 1 (Typ OA 74) am Transistor. Diese Diode verhindert den Stromfluß, falls die Batterie beim Auswechseln versehentlich falsch gepolt eingesetzt werden sollte. Die Schwingkreiswicklung des Transformators T 1 und die Wicklung des Anpassungstransformators T 2 für das Amperemeter sind als Spartransformator mit je sieben Anzapfungen ausgebildet. Sie sind so gewählt, daß der jeweils nächste Meßbereich durch Umschalten der Anzapfung nur eines der beiden Transformatoren eingestellt wird. Dadurch ergeben sich 13 Meßbereiche bei nur je 7 Anzapfungen.

Der Vollausschlag beträgt im niedrigsten Meßbereich 0,3 Ω, im höchsten Bereich 300 kΩ. Durch die günstige Meßbereichaufteilung ergibt sich annähernd gleiche relative Ablesegenauigkeit im gesamten Meßbereich. Der Innenwiderstand des Transistoroszillators und der Eingangswiderstand des Meßkreises über den Anpassungstransformator T 2 bleiben dabei in jedem Bereich so klein gegen den zu messenden Widerstand, daß auch bei Scheinwiderständen kein nennenswerter Anzeigefehler durch den Phasenwinkel auftritt (maximal nur ca. 2 %).

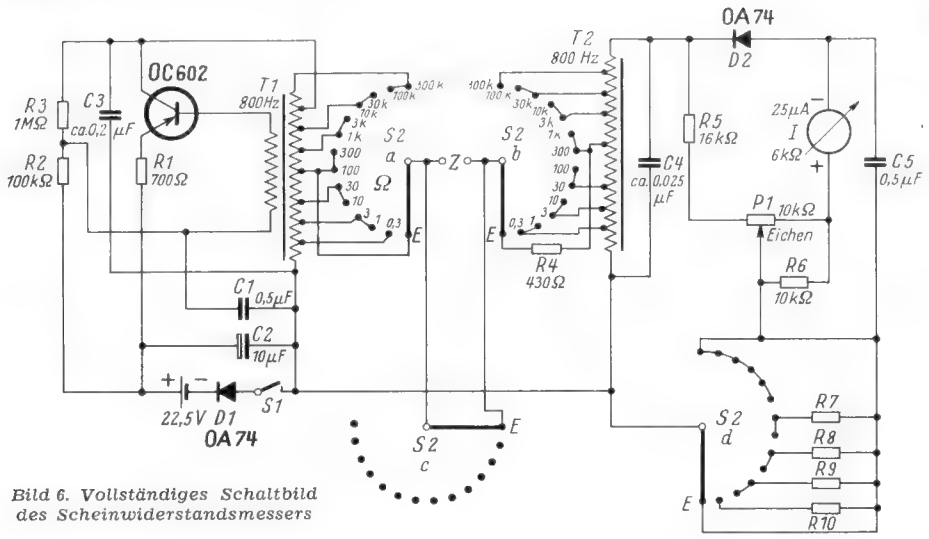


Bild 6. Vollständiges Schaltbild des Scheinwiderstandsmessers

Die Wicklung des Transformators T 2 bildet mit dem Kondensator C 4 einen Resonanzübertrager für die Meßfrequenz von 800 Hz. Der Anzeigekreis enthält eine temperaturkompensierte Gleichrichterschaltung mit der Germaniumdiode D 2 (OA 74) und den Widerständen R 5, R 6 und P 1. Das Potentiometer P 1 dient als Eichregler, um Absinken der Batteriespannung und andere zeitliche Schwankungen auszugleichen. In der Eichstellung E des Meßbereichschalters S 2 wird der Präzisionseichwiderstand R 4 in den Meßkreis eingeschaltet. Mit dem Regler P 1 wird dann der Zeiger des Instrumentes auf eine rote Eichmarke eingestellt. Diese Eichung bleibt übrigens über lange Zeit erhalten. Während des Eichens kann das Meßobjekt an den Buchsen Z angeschlossen bleiben, da es durch die Schalterebene S 2c kurzgeschlossen wird.

In den niederen Bereichen lassen sich die Transformatoren nicht exakt entsprechend dem Meßbereich anzapfen, da nur ganze Windungszahlen möglich sind. Deshalb werden über die Schalterebene S 2d die Korrekturwiderstände R 7 bis R 10 in den Instrumentenkreis eingefügt, so daß trotz der verwendeten kleinen Transformatoren (Ferritkern M 30) die große Meßgenauigkeit des Gerätes in allen Bereichen erhalten bleibt. Auch Streuungen der Transformatoren lassen sich hierdurch ausgleichen.

Der Kondensator C 5 dient zur Glättung des Anzeigestromes. Das Meßinstrument I enthält ein sehr leichtes, kleines und doch widerstandsfähiges Kernmagnetsystem (Fabrikat Hartmann & Braun). Es besitzt Spannbandlagerung und einen Vollausschlag von 25 µA bei einem Innenwiderstand von 6 kΩ.

Messen

Das Gerät ist nach dem Einschalten sofort betriebsbereit. Der unbekannte Scheinwiderstand wird an die Buchse Z angeschlossen und dann der Meßbereichschalter von der Eichstellung ausgehend soweit nach rechts gedreht, bis sich ein gut ablesbarer Ausschlag am Meßinstrument ergibt. Man muß also stets mit dem Bereich 0,3 Ω die Messung beginnen. Auf diese Weise werden mit Sicherheit Fehlmessungen vermieden, die dadurch entstehen können, daß ein niederohmiges Meßobjekt den Generator in einem hochohmigen Bereich überlastet, wodurch dessen Ausgangsspannung zusammenbricht. Jedoch auch bei einer solchen falschen Behandlung tritt keine Beschädigung des Gerätes auf.

Wird eine Spule bzw. ein Kondensator mit kleinem Verlustfaktor gemessen ($tg\delta < 0{,}1$), dann läßt sich aus dem gemessenen Scheinwiderstand Z und der Kreisfrequenz $\omega = 5000/\text{sec}$ der Induktivitäts- bzw. Kapazitätswert nach folgenden einfachen Formeln ermitteln:

$$L\ (\text{in H}) = 0{,}2 \cdot Z\ (\text{in k}\Omega)$$

$$L\ (\text{in mH}) = 0{,}2 \cdot Z\ (\text{in }\Omega)$$

$$C\ (\text{in }\mu\text{F}) = \frac{200}{Z\ (\text{in }\Omega)}$$

$$C\ (\text{in nF}) = \frac{200}{Z\ (\text{in k}\Omega)}$$

Diese Umrechnungsformeln sind zur Erleichterung auf der Skala des Meßinstrumentes angebracht. Ferner wird dem Gerät eine Umrechnungstabelle in Form einer logarithmischen Leiter beigegeben, für die sich jedoch vielleicht noch eine übersichtlichere Form finden ließe.

Das Gerät läßt sich auch als 800-Hz-Prüfgenerator verwenden. Dazu wird die Tonfrequenzspannung denselben Klemmen an der Stirnseite des Gerätes entnommen, an die sonst der unbekannte Scheinwiderstand angeschlossen wird. Die maximal entnehmbare Tonfrequenzleistung beträgt ca. 10 mW. Die ungefähren Ausgangsspannungen in den verschiedenen Bereichen sind in der untenstehenden **Tabelle** angegeben.

Der Scheinwiderstandsbereich von 0,3 Ω bis 1 MΩ (ablesbar sind noch 3 MΩ) entspricht einem Kapazitätsbereich von 66 pF bis 666 µF oder einem Induktivitätsmeßbereich von 0,06 mH bis 600 H. Die am Meßobjekt maximal auftretende Scheinleistung beträgt nur etwa 4 mVA, so daß auch sehr empfindliche Scheinwiderstände noch ohne Fehler gemessen werden können.

Mechanischer Aufbau

Das Gerät ist in einem tiefgezogenen Stahlblechgehäuse mit Hammerschlaglakkierung und gefälliger Form untergebracht **(Bild 1)**. Die Abmessungen betragen nur 174 × 103 × 85 mm, das Gewicht ist ca. 1,3 kg. Wegen der vielseitigen Verwendbarkeit und des leichten Gewichtes bildet es nicht nur eine wertvolle Ergänzung jeder Laboratoriums- oder Werkstatteinrichtung, sondern es stellt auch eine nützliche Bereicherung der Kundendiensttasche oder Montageausrüstung dar.

Tonfrequenz-Ausgangsspannungen in den einzelnen Meßbereichen

Bereich	0,3	1	3	10	30	100	300	1 k	3 k	10 k	30 k	100 k	300 k	Ω
Ausgangs-spannung	0,02	0,055		0,18		0,55		1,8		6		20		V

Funktechnische Fachliteratur

Die Glimmröhre und ihre Schaltungen

Von Otto Paul Herrnkind. 64 Seiten mit 88 Bildern. Band 28 der „Radio-Praktiker-Bücherei"; dritte erweit. Auflage. Preis: kart. 1.40 DM. Franzis-Verlag, München.

Unter dem Begriff Glimmröhren faßt man eine große Zahl von Bauelementen zusammen. Die einfachste Form sind Glimmröhren für Beleuchtungs- und Anzeigezwecke. Von den Anzeigeröhren gibt es einen Übergang zu den Meßglimmröhren für Spannungsmessungen oder für einfache Oszillografen (Polar-Oszilloskop). Glimmlicht - Stroboskope dagegen dienen zur Erzeugung kurzer Lichtblitze. Sie erlauben die Beobachtung und Kontrolle von schnell ablaufenden und vom Auge einzeln nicht mehr unterscheidbaren Bewegungsvorgängen. Bekannt ist auch die Verwendung von Glimmröhren als Kippspannungserzeuger; diese Glimmröhrensummer liefern mit geringstem Aufwand Tonfrequenzspannungen für Prüf- und Meßzwecke. Glimmröhren mit mehreren Elektroden ergeben empfindliche Relaisschaltungen. Auch Dekadenzählgeräte lassen sich mit Glimmröhren aufbauen. Neuerdings werden sogar für diesen Zweck Spezialröhren gebaut, die innerhalb eines Kolbens zehn Einzelröhren enthalten. Die Verwendung von Glimmröhren zum Konstanthalten von Spannungen ergibt gleichfalls viele Anwendungsmöglichkeiten.

Diese verschiedenen Gebiete werden mit vielen praktischen Beispielen in dem vorliegenden Band behandelt. In der neuen Auflage sind dabei die jüngsten Entwicklungen der Glimmröhrentechnik berücksichtigt worden. So finden sich u. a. darin Schaltungen für elektrische Weidezaungeräte, Lichtblitzstroboskope, Zählkreise usw. Es ist erstaunlich, welche Fülle von Stoff der Verfasser in diesem einfachen Bändchen unterbringen konnte, wobei trotz aller Kürze der Inhalt klar und verständlich bleibt und als unmittelbare Arbeitsunterlage für die verschiedensten Anwendungen dienen kann. Li

Nomographie für die technische Praxis

Von Dr. Alfred Müller. 268 Seiten mit 97 Bildern. Preis: 9.80 DM. Verlag Werner Dausien, Hanau/M.

Die Nomografie ist zu einem wichtigen Hilfsmittel der Technik geworden. Das Entwerfen von Nomogrammen ist daher eine der Grundlagen der Ingenieurwissenschaft. Der Verfasser dieses Buches stellt dabei klar heraus, daß die Nomografie nicht in die Gefahr geraten darf, zu einer komplizierten Spielerei zu werden.

Der erste Teil des Buches befaßt sich mit der Entwicklung von Leiter- und Netztafeln und ihrer Verbindung sowie mit Sonderformen. Dabei wird auch die sehr wichtige Verbesserung von Leitertafeln durch projektive Umformung behandelt. Zum Verständnis des Werkes sind mathematische und geometrische Grundkenntnisse erforderlich, dagegen wurde auf höhere Mathematik verzichtet. Der zweite Teil bringt gute praktische Beispiele für den Entwurf von Nomogrammen aus den Gebieten Maschinenelemente, Werkzeugmaschinen, spanlose Formung, Wärmewirtschaft sowie Mechanik und Festigkeitslehre. Lediglich das Beispiel zur Berechnung von Kleintransformatoren erscheint wenig günstig. Der Praktiker wird, anstelle diese sehr einfachen Nomogramme zu benutzen, mit einigen Rechenschiebereinstellungen mindestens ebenso schnell zum Ziel kommen.

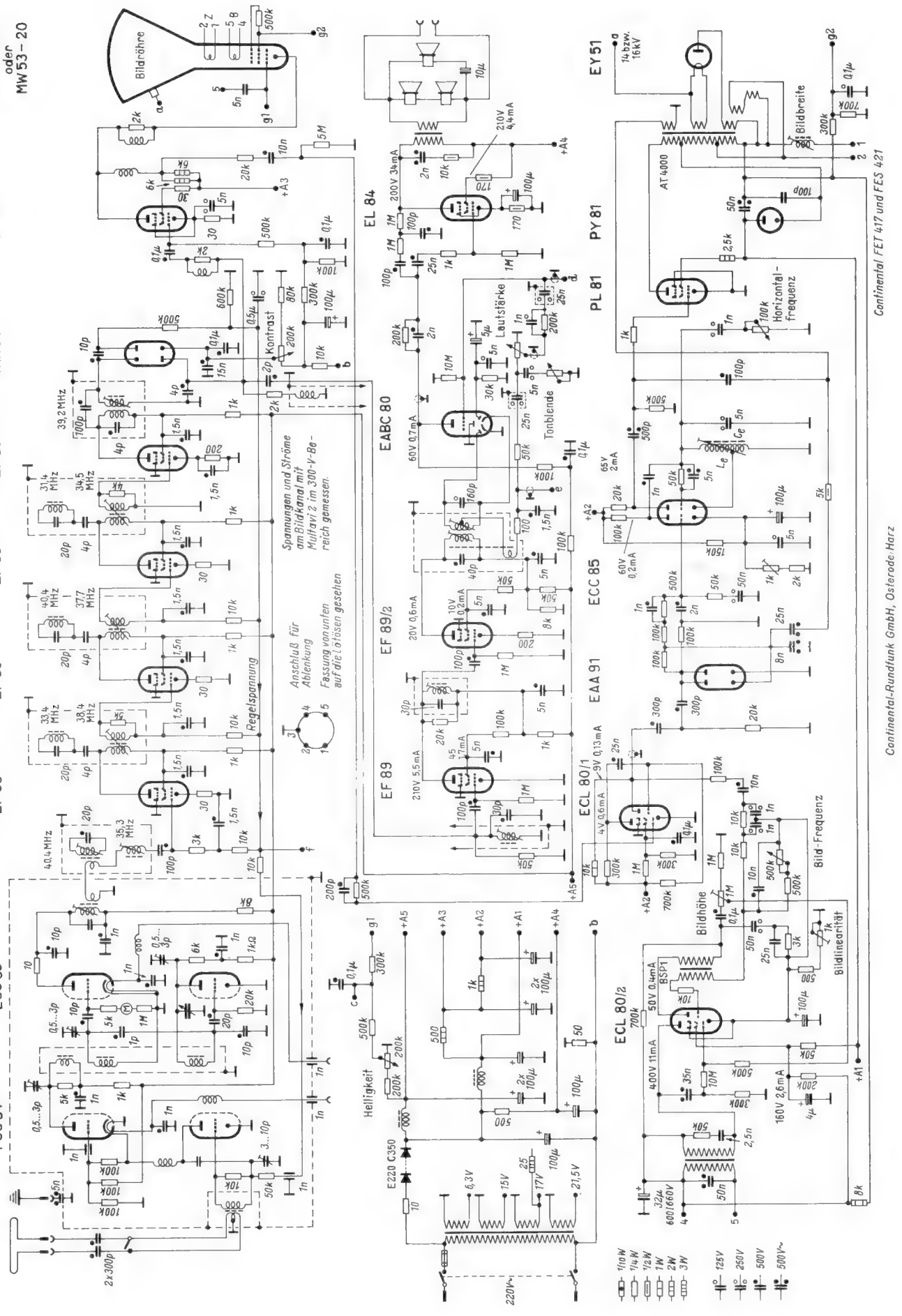
Radio Designer's Handbook

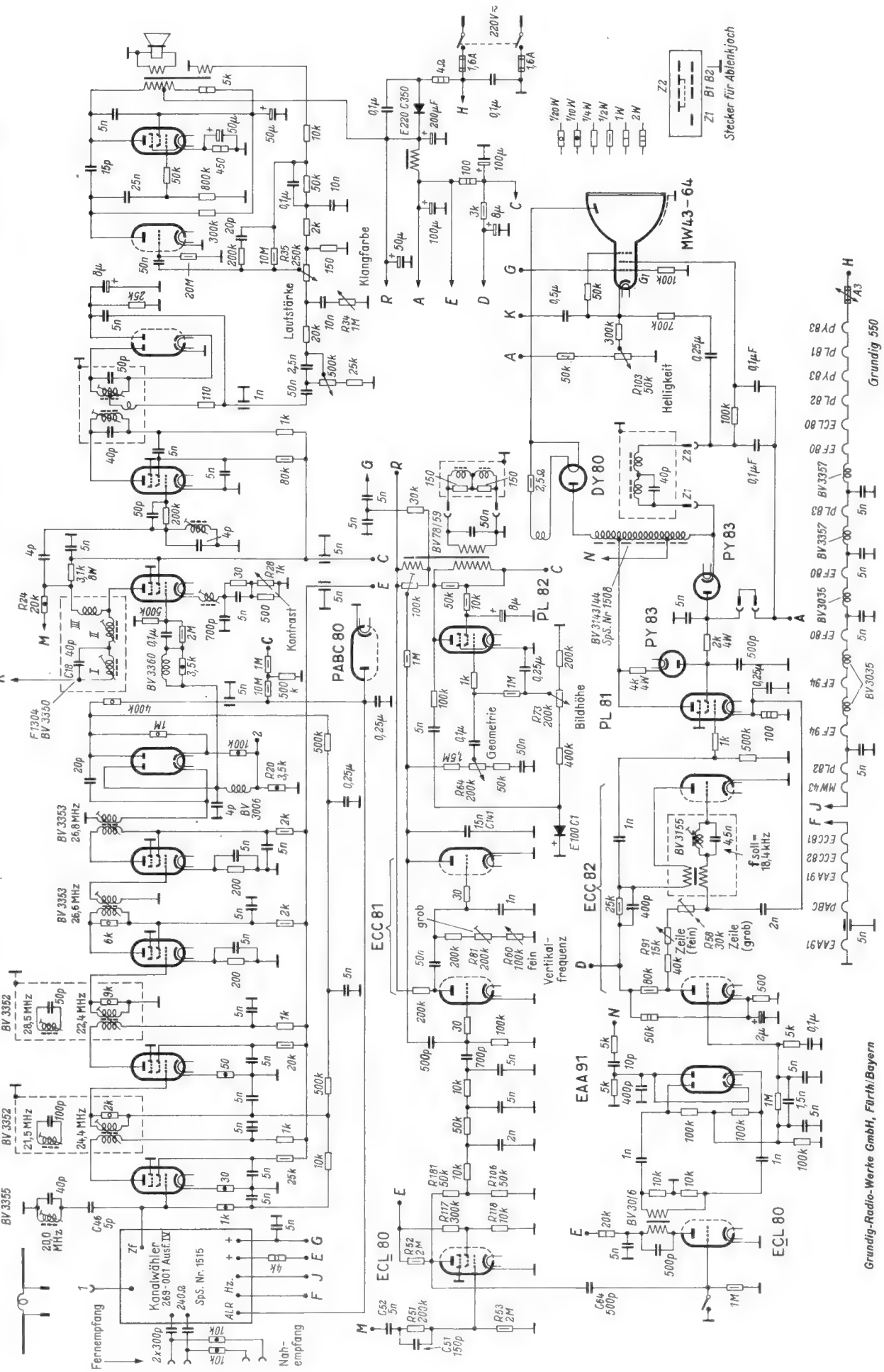
Von F. Langford-Smith. 1482 Seiten mit zahlreichen Schaltbildern und Diagrammen. 4. Aufl. 1954. Verlag Iliffe & Sons, Ltd., London. Preis: 2 engl. Pfund.

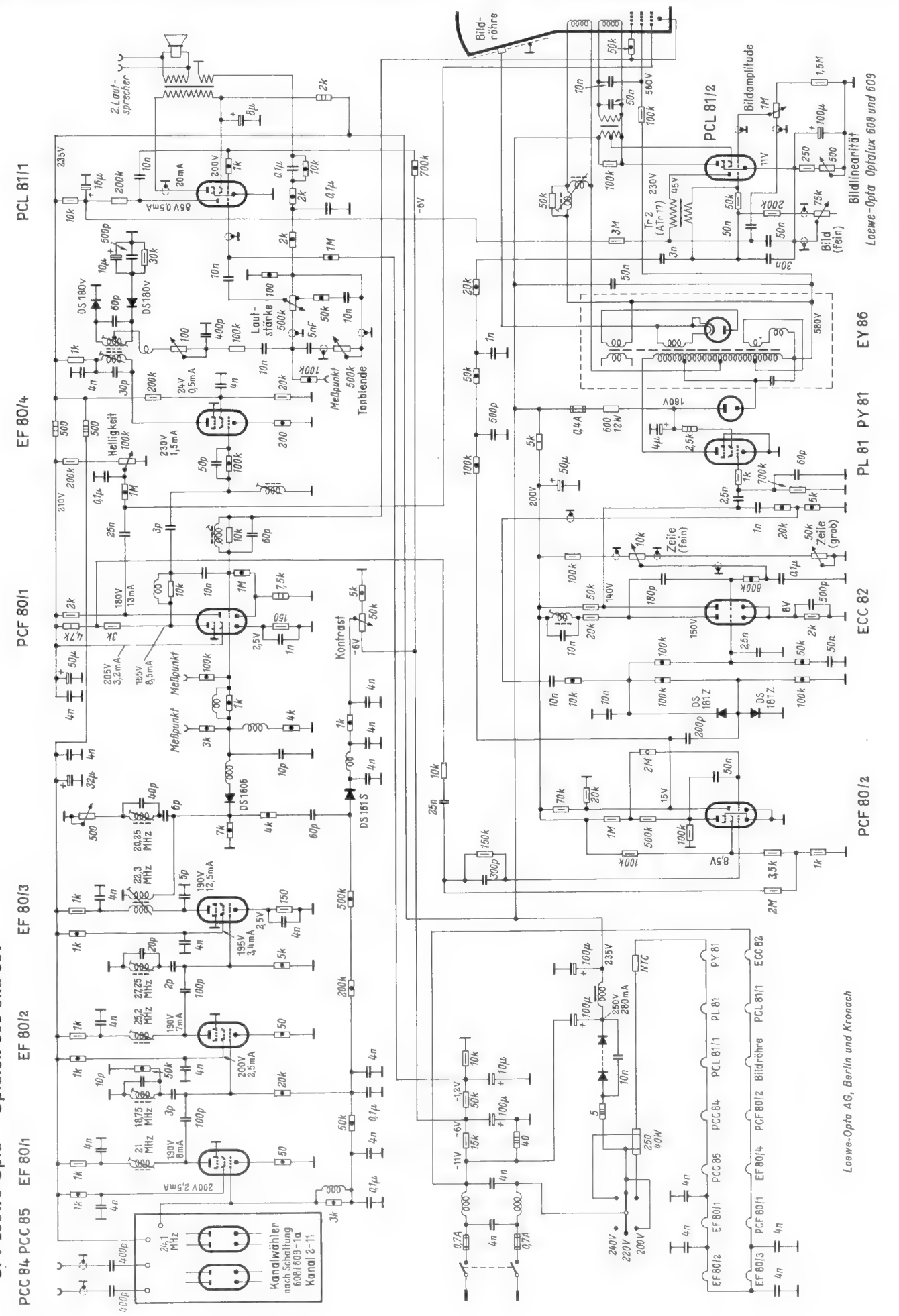
Kompendien ähnlichen Charakters pflegen aus der Feder zahlreicher Autoren zu stammen, so daß darunter die Einheitlichkeit der Darstellung leidet. Hier hat ein einziger Verfasser gewaltige Arbeit geleistet und die Rundfunkempfangstechnik geschlossen dargestellt. Sowohl die theoretischen Grundlagen als auch alle Berechnungsunterlagen sind samt zahllosen Schaltungsvarianten lückenlos wiedergegeben. Bemerkenswert ist zugleich die große Zahl der Literaturangaben, mit deren Hilfe man mühelos einen Weg in die englisch-amerikanischen Fachveröffentlichungen findet. Gegenüber der weniger umfangreichen dritten Auflage des Buches ist jetzt neben der AM-Technik auch die FM-Technik berücksichtigt, die allerdings gegenüber entsprechenden deutschen Veröffentlichungen schlecht wegkommt.

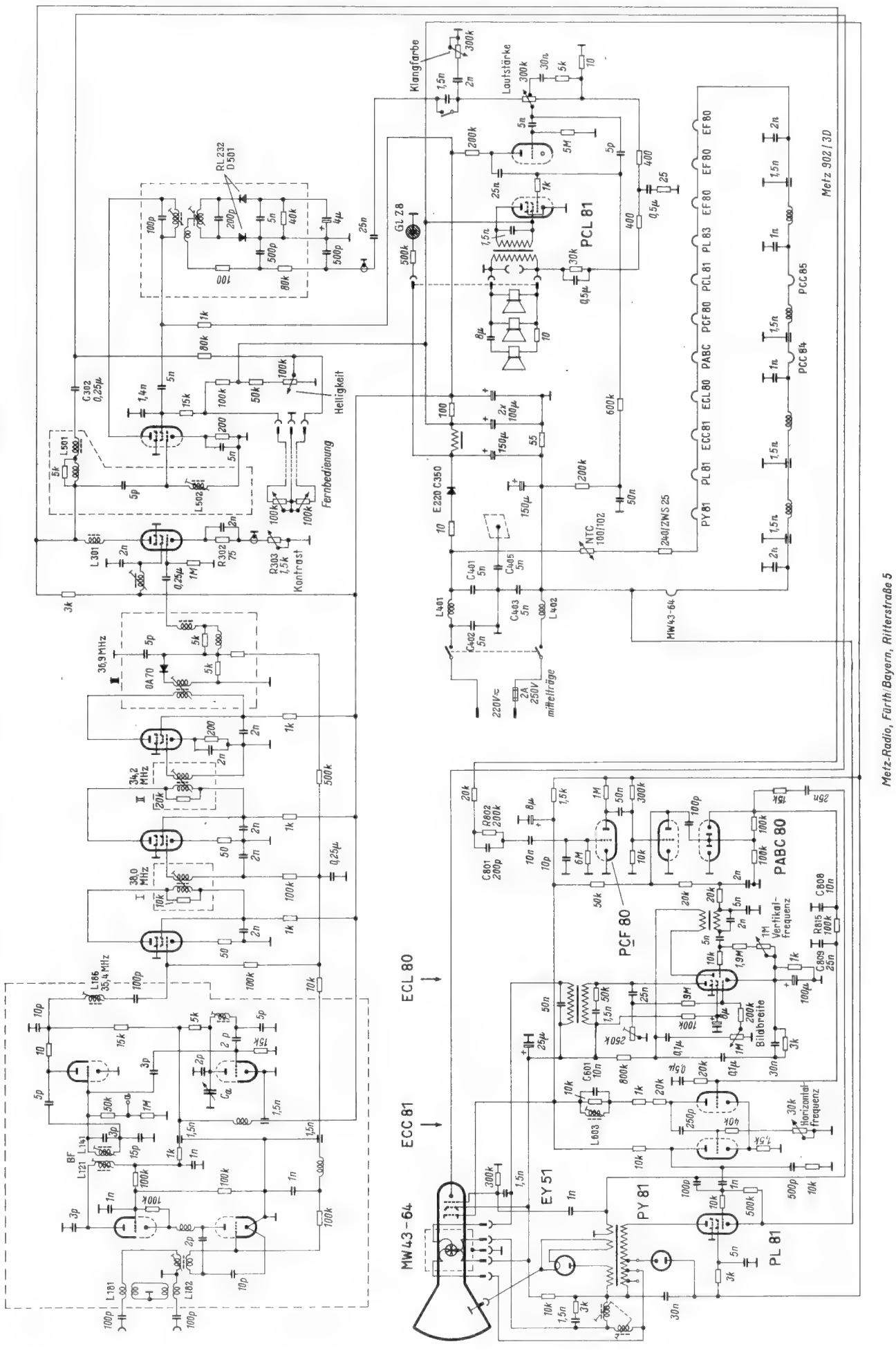
Es nimmt nicht wunder, daß ein solches Buch sich in der Englisch sprechenden Welt den führenden Platz erobert hat, erscheint es doch zugleich in Sydney, in London und in New York (als „Radiotron Designer's Handbook" der RCA). -dy

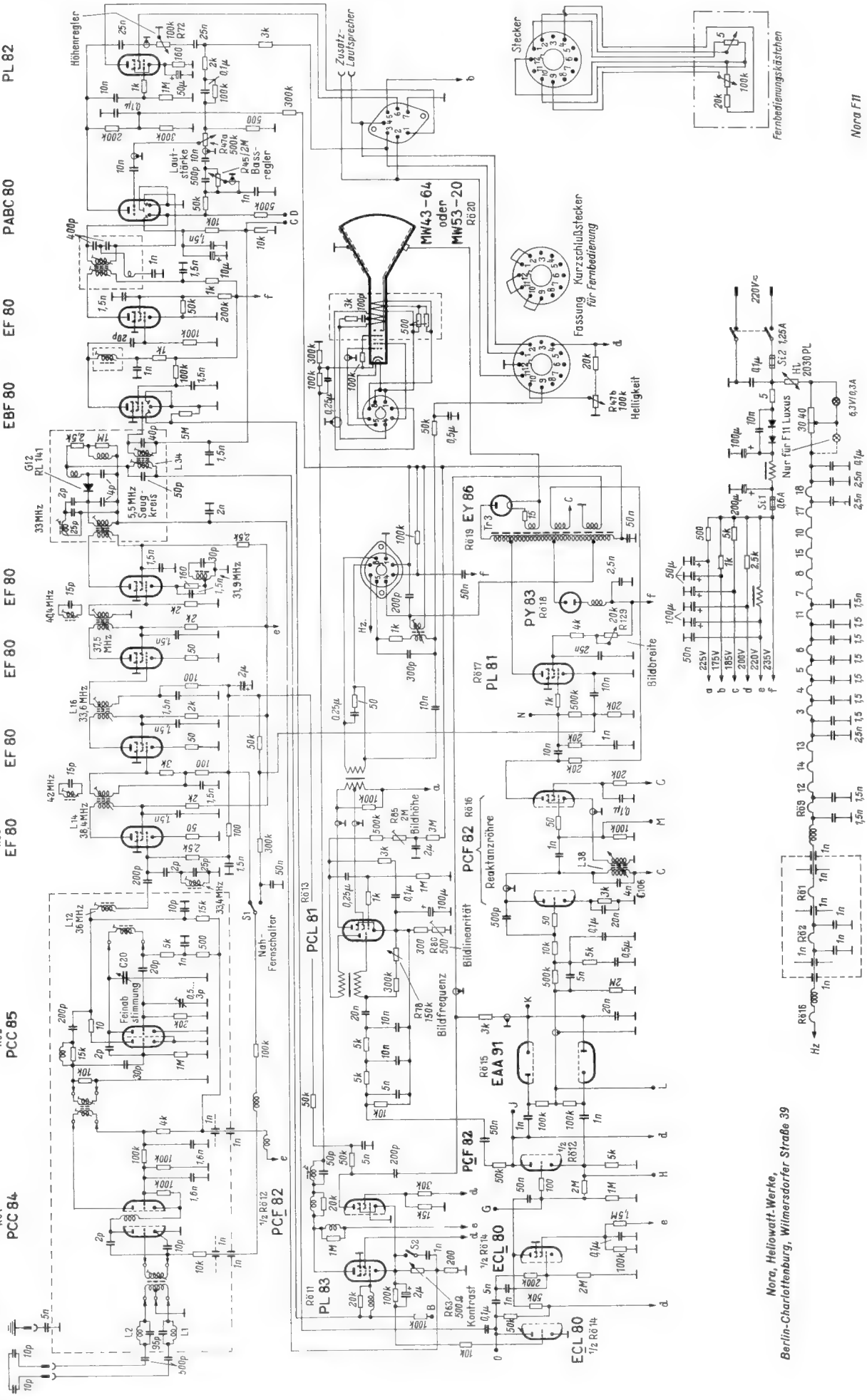
35. Continental — Gloria FET 417 und Universum FES 421




36. Grundig 550
EF 94 EF 94 EF 80 EF 80 EF 80 EAA 91 PL 83 PABC 80 EF 80 PABC 80 PL 82
ECL 80 ECC 81 PABC 80 PL 82 PL 81 PY 83 PY 83 DY 80 MW43-64
ECC 82 EAA 91 ECL 80
Kanalwähler 269-001 Ausf. IX
Sps. Nr. 1515
Fernempfang
Nah-empfang
Lautstärke
Klangfarbe
Kontrast
Helligkeit
Geometrie
Bildhöhe
Vertikal-frequenz
Zeile (fein)
Zeile (grob)
Stecker für Ablenkjoch
Grundig 550
Grundig-Radio-Werke GmbH, Fürth/Bayern


37. Loewe-Opta — Optalux 608 und 609
PCC 84 PCC 85 EF 80/1 EF 80/2 EF 80/3 PCF 80/1 EF 80/4 PCL 81/1
PCL 81/2 PL 81 PY 81 EY 86 ECC 82 PCF 80/2
Bildröhre
2 Lautsprecher
Kanalwähler nach Schaltung 608/609-1a Kanal 2-11
Helligkeit
Lautstärke
Tonblende
Kontrast
Zeile (fein)
Zeile (grob)
Bildamplitude
Bildlinearität
Bild (fein)
Loewe-Opta Optalux 608 und 609
Loewe-Opta AG, Berlin und Kronach


38. Metz 902/3D
PCC 84
PCC 85
EF 80
EF 80
EF 80
PL 83
PCF 80
ECL 80
ECC 81
MW 43-64
Metz 902/3D
Metz-Radio, Fürth/Bayern, Ritterstraße 5
Klangfarbe
Lautstärke
Helligkeit
Fernbedienung
Kontrast
Vertikalfrequenz
Bildbreite
Horizontalfrequenz
PCL 81
PABC 80
PCF 80
EY 51
PY 81
PL 81
GL Z8
RL 232
D 501
E 220 C 350
NTC 100/102
240/ZWS 25
PY 81 PL 81 ECC 81 EGL 80 PABC PCF 80 PCL 81 PL 83 EF 80 EF 80 EF 80 EF 80
PCC 84
PCC 85
MW 43-64
220V~
2A 250V mittelträge
36,9 MHz
34,2 MHz
38,0 MHz
35,4 MHz
OA 70


39. Nora F 11
Nora, Heliowatt-Werke,
Berlin-Charlottenburg, Wilmersdorfer Straße 39
Nora F11
Rö1 PCC 84
Rö2 PCC 85
Rö3 EF 80
Rö4 EF 80
Rö5 EF 80
Rö6 EF 80
Rö7 EBF 80
Rö8 EF 80
Rö9 PABC 80
Rö10 PL 82
Rö11 PL 83
Rö12 PCF 82
Rö13 PCL 81
Rö14 ECL 80
Rö15 EAA 91
Rö16 PCF 82
Rö17 PL 81
Rö18 PY 83
Rö19 EY 86
Rö20 MW43-64 oder MW53-20
Höhenregler
Zusatz-Lautsprecher
Stecker
Fernbedienungskästchen
Lautstärke
Bass-regler
Fassung Kurzschluß-stecker für Fernbedienung
Helligkeit
Bildbreite
Bildhöhe
Bildfrequenz
Bildlinearität
Reaktanzröhre
Kontrast
Nah-Fernschalter
Feinabstimmung
5,5 MHz Saugkreis
Nur für F11 Luxus
220V~
Hz

Schaltungstechnik von Fernsehempfängern

Ein wesentliches Merkmal der Fernsehempfänger der Saison 1955 ist der Übergang auf die hohe Zwischenfrequenz von 38,9 MHz für den Bildträger. Entsprechend einer Empfehlung für die Vereinheitlichung der Zwischenfrequenz haben verschiedene Firmen diese Zwischenfrequenz für ihre Geräte gewählt. Sie bietet die Gewähr dafür, daß die Frequenz selbst mit ihren Harmonischen, die Oszillatorfrequenz mit ihren Harmonischen sowie die Spiegelfrequenzen in Frequenzgebieten liegen, die so

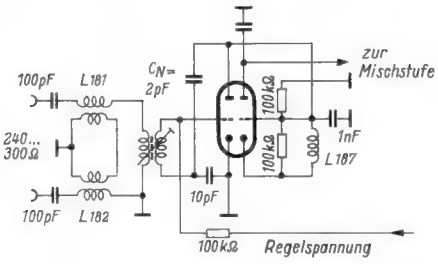


Bild 62. Eingangsschaltung des Metz-Fernsehempfängers 902/3 D mit Eingangssymmetrierung

weit wie möglich von anderen Diensten frei sind. Außerdem ist für 38,9 MHz die Gefahr am geringsten, daß es zur Interferenzbildung von Oberwellen der Oszillator-, Zwischen- und Trägerfrequenzen kommt.

Hf-Eingangsteil

Die Hf-Eingangsschaltung ist bei den diesjährigen Fernsehempfängern weitgehend standardisiert. Der Trommelwähler ist für den Empfang von 10 (+ 2 Reserve-) Kanälen eingerichtet. Sehr viel Wert wird auf eine weitgehende Ausschaltung von Störmöglichkeiten gelegt. **Metz** hat in den symmetrischen Antenneneingang seiner Fernseh-Empfänger ein breitbandiges Transformationsglied L 181, L 182 geschaltet **(Bild 62).** Für den Oszillator verwendet diese Firma ein System der Röhre PCC 85 in Colpitt-Schaltung. Zur Oszillator-Feinabstimmung dient ein kapazitiver Feinregler, der so eingestellt werden soll, daß nach **Bild 63** der Bildträger auf der Mitte der Nyquistflanke sitzt. **Bild 64** zeigt die Blockschaltung des Metz 902/3 D.

Im allgemeinen ist der Tuner so ausgelegt, daß zwischen Antenne und Eingangskreis des Empfängers Leistungsanpassung herrscht. Diese Dimensionierung ergibt zweifellos das Optimum hinsichtlich der Unterbindung von Reflexionen, nicht aber hinsichtlich der Rauscheigenschaften der Schaltung. Die **Loewe-Opta**-Werke sind hier einen anderen Weg gegangen. Die eingehende Untersuchung der Anpassung für geringstes Rauschen in Abhängigkeit vom Kreiswiderstand R_{kr}, elektronischem Röhreneingangswiderstand r_e und äquivalentem Rauschwiderstand der Röhre $r_ä$ sowie von den Rauschtemperaturen t_e des Eingangswiderstandes und $T_0 = 300^0$ Kelvin des Raumes führt zu der Beziehung **(Bild 65)**

$$\frac{1}{R'_{a,opt}} = \left(\frac{1}{R_{kr}} + \frac{1}{r_e}\right)\sqrt{1 + \frac{1}{r_ä}\,\frac{\frac{1}{R_{kr}} + \frac{k}{r_e}}{\left(\frac{1}{R_{kr}} + \frac{1}{r_e}\right)^2}} \qquad (1)$$

mit $k = \frac{t_e}{T_0} \sim 5$. Bei der üblichen Leistungsanpassung macht man den von L 1 auf L 2 **(Bild 66)** transformierten Antennenwiderstand R_a' gleich dem resultierenden Widerstand $R_{kr} \parallel r_e$, d. h. für diesen Fall gilt

$$\frac{1}{R'_a} = \frac{1}{R_{kr}} + \frac{1}{r_e} \qquad (2)$$

Wie ein Vergleich von (1) mit (2) zeigt, würde nur für sehr große Werte des äquivalenten Rauschwiderstandes $r_ä$ der übertragene Antennenwiderstand in beiden Fällen der gleiche sein. Für die PCC 84 ist $r_ä = 500\ \Omega$; setzt man nun in erster Annäherung $\frac{1}{R_{kr}} + \frac{k}{r_e} \sim 2\left(\frac{1}{R_{kr}} + \frac{1}{r_e}\right)$ ($R_{kr} = 3{,}3$ kΩ, $r_e = 10$ kΩ), so vereinfacht sich (1) in

$$\frac{1}{R'_{a,opt}} = \left(\frac{1}{R_{kr}} + \frac{1}{r_e}\right)\sqrt{1 + 10}$$

$$\frac{1}{R'_{a,opt}} = 3{,}3\left(\frac{1}{R_{kr}} + \frac{1}{r_e}\right) \qquad (1a)$$

Bild 63. Wirkungsweise der Oszillator-Feinabstimmung bei Metz

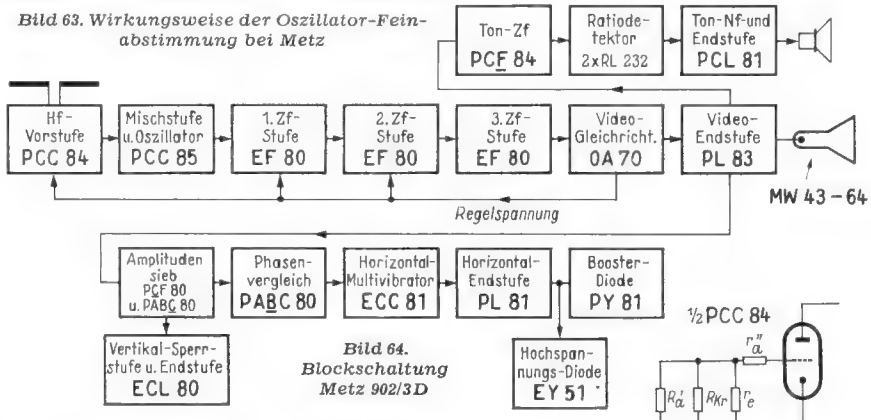
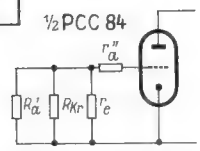


Bild 64. Blockschaltung Metz 902/3D



Rauschspannung der Antenne an den Eingangskreis

$$R_a' < \frac{R_{Kr} \cdot r_e}{R_{Kr} + r_e}$$

Bild 65. Rauschanpassung der Antenne

Der optimale übertragene Leitwert für geringstes Rauschen müßte hiernach etwa dreimal so groß sein wie der für Leistungsanpassung nach (2) definierte. Der übertragene Antennenwiderstand selbst hätte somit rd. 30 % des für Leistungsanpassung üblichen Wertes zu betragen. Je stärker nämlich der Eingangskreis durch die Antenne bedämpft wird, d. h. je fester Antenne und Kreis miteinander gekoppelt sind, um so mehr tritt das Kreisrauschen gegen das Röhrenrauschen zurück. Selbstverständlich darf die Bedämpfung nur so weit getrieben werden, daß das Röhrenrauschen immer noch gering gegen das übrige Rauschen bleibt.

Zur Vermeidung von Reflexionen, die bei langen Antennenleitungen zu Plastik- und Geisterbildern führen können, ist zwischen den nach (1a) und (2) gefundenen Werten für den übertragenen Antennenwiderstand ein mittlerer Wert zu wählen, der einmal eine gute Rauschanpassung, aber noch keine merkbaren Reflexionen ergibt. Für die PCC 84 scheint ein brauchbarer Kompromiß

$$\frac{1}{R''_a} = 1{,}8\left(\frac{1}{R_{kr}} + \frac{1}{r_e}\right) \qquad (3)$$

zu sein. Die Rauschzahl der nach diesen Gesichts-

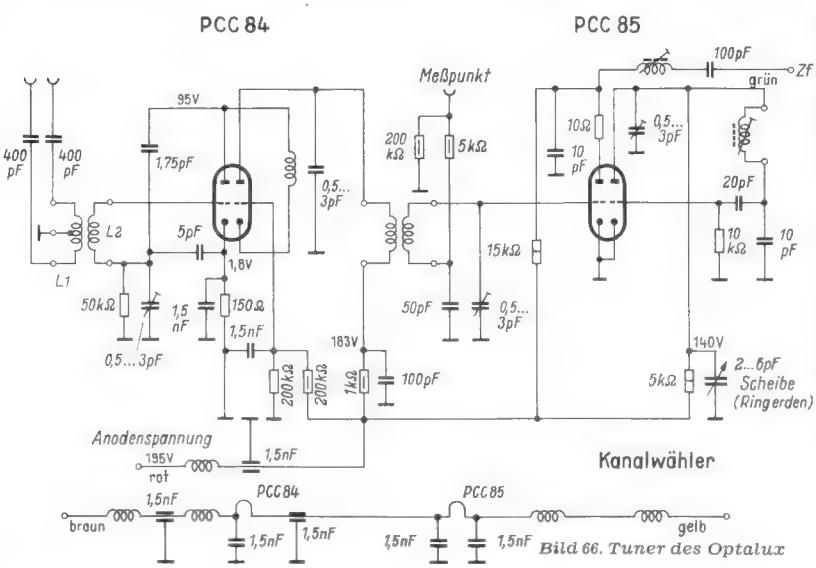


Bild 66. Tuner des Optalux

punkten von Loewe - Opta aufgebauten Eingangsschaltung (Bild 66) berechnet sich nach

$$n = 1 + \frac{t_{kr}}{T_o} + \frac{4 \cdot r_{ä}}{R_{kr}} \text{ in } kT_o \qquad (4)$$

wobei die Rauschtemperatur des Kreises $t_{kr} = 2{,}1 \cdot T_o = 630^0$ K beträgt. Die Ausrechnung ergibt

$$n = 1 + 2{,}1 + \frac{4 \cdot 500}{3300} = 3{,}7\ kT_o$$

(Der von Loewe-Opta angegebene Wert für das Eigenrauschen ist 4 kT_0). Selbstverständlich ist die Rauschzahl des Tuners noch stark von der Empfangsfrequenz, d. h. vom gewählten Kanal abhängig; die angegebene kT_0-Zahl kann daher nur als Mittelwert über die Bänder I und III betrachtet werden. **Bild 67** zeigt die Blockschaltung des Gerätes Optalux von Loewe-Opta.

Regelautomatik

Über eine hochwirksame Regelautomatik verfügen die Fernsehempfänger der **Grundig**-Radio-Werke. Das Wesentliche der Schaltung zeigt **Bild 68.** Das erste Diodensystem einer Röhre EAA 91 dient als Videogleichrichter, das zweite zur Erzeugung der Regelspannung. Die am 3,5-kΩ-Widerstand R 20 hinter dem Videogleichrichter abfallende Spannung gelangt zur Videoverstärker-Röhre PL 83. Die im zweiten Diodensystem der EAA 91 durch Spitzengleichrichtung erzeugte Regelspannung wirkt unverzögert auf die beiden ersten Zf-Stufen (2 × EF 94). Das Katodenbasis-System der Hf-Vorröhre PCC 84 wird erst von einer bestimmten Mindesteingangsspannung an mitgeregelt. Die erforderliche Verzögerung der Regelspannung für diese Stufe besorgt das Einfachdiodensystem einer PABC 80, die im übrigen als Ratiodetektor und erste Nf-Stufe im Tonteil eingesetzt ist. Man erreicht mit dieser Maßnahme, daß der Zf-Verstärker bei hohem Eingangspegel nicht übersteuert werden kann. Andererseits läßt sich durch diese Anordnung auch bei sehr kleinen Eingangsspannungen die volle Verstärkung bei niedrigem Rauschpegel ausnutzen. Der Ausgangspegel bleibt daher innerhalb der Grenzen der Bilderkennbarkeit unabhängig von der gelieferten Antennenspannung weitgehend konstant.

Impulsabtrennung

Die Impulsabtrennung bei **Grundig** zeigt **Bild 69.** Als Amplitudensieb dient hier das Pentodensystem einer Röhre ECL 80. Die Abschneidung erfolgt im unteren Kennlinienknick, wobei durch Gittergleichrichtung die Impulsdächer etwa bei der Spannung 0 festgehalten werden. Durch den Widerstand R 24 (20 kΩ) wird die kapazitive Belastung des Videoverstärkers durch das angekoppelte Impulssieb wesentlich vermindert. Da die dem Impulssieb zugeführte Spannung mit der empfängerseitigen Kontrasteinstellung und bei Empfang schwächerer Sender mit dem Pegel schwankt, wurde das Sieb so eingestellt, daß bei einer Gesamtbildspannung von 10 V_{ss} die Synchronimpulse noch einwandfrei abgetrennt werden. Um das zu erreichen, erhält das Pentodensystem eine sehr kleine Schirmgitterspannung; der Aussteuerbereich ist damit entsprechend klein. Die von der Anode des Pentodensystems abgenommenen horizontalen und vertikalen Synchronimpulse werden für die automatische Frequenznachsteuerung des Horizontal-Sperrschwingers über den 500-pF-Kondensator C 64 an das Gitter des Triodensystems der ECL 80 geführt und die Synchronisierung des Vertikal-Multivibrators über einen Spannungsteiler R 181 (50 kΩ) — R 106 (50 kΩ) der Integrierkette (siehe Hauptschaltbild) zugeleitet.

Im Horizontal-Ablenkteil ist ein schwungradstabilisierter Sperrschwinger eingesetzt (eine Triode der ECC 82). Die Sollfrequenz des Schwungradkreises beträgt 18400 Hz. Die an der Primärseite des Impulssymmetrierübertragers Bv 30/6 stehenden Horizontalimpulse erscheinen auf der Sekundärseite im Gegentakt und werden dem Phasendiskriminator EAA 91 zugeleitet. **Bild 70** stellte die Blockschaltung des Grundig „550" dar. Grundig hat für den Horizontalübertrager das bisher übliche Prinzip der Transformation verlassen. Die Energieübertragung findet bei den neuen Geräten auf dem Prinzip zweier in Resonanz schwingender Kreise statt, nämlich der Übertragerwicklung und der Spulenanordnung des Ablenksystems (Cosinusspulen). Die Dimensionierung gestattet das Betreiben des Empfängers ohne Linearitätsregelung, da der Ablenkfehler kleiner als 5 % ist.

Ein dreistufiges Amplitudensieb (einschließlich einer Störbegrenzerstufe) verwendet **Nora** in seinem Fernsehempfängerchassis F 11. Die Unempfindlichkeit der damit ausgerüsteten Geräte gegen von außen kommende Störungen konnte auf diese Weise erheblich verbessert werden. Die in diese Empfänger eingebaute getastete Schnellregelung, die jede Feldstärkeschwankung — auch beim Übergang zu einem schwächer einfallenden Fernsehsender — schnell und sicher ausgleicht, ist eine weitere wesentliche Voraussetzung für ein stabil stehendes Bild. Dabei arbeitet das dreistufige Amplitudensieb durch eine Spezialschaltung vollkommen unabhängig von der jeweiligen Kontrasteinstellung. Zur vollen Ausnutzung der rauscharmen Eingangsschaltung kann bei Empfang eines schwachen Senders durch den Schalter S 1 (s. Hauptschaltbild) die Röhre PCC 84 von der Regelspannungsleitung abgetrennt werden.

Horizontal-Ablenkung

Etwas Neues bietet die von **Nora** gewählte Schaltung für die Horizontalablenkung **Bild 71.** Die Frequenz eines sonst an dieser Stelle üblichen Multivibrators oder Sperrschwingers ist im

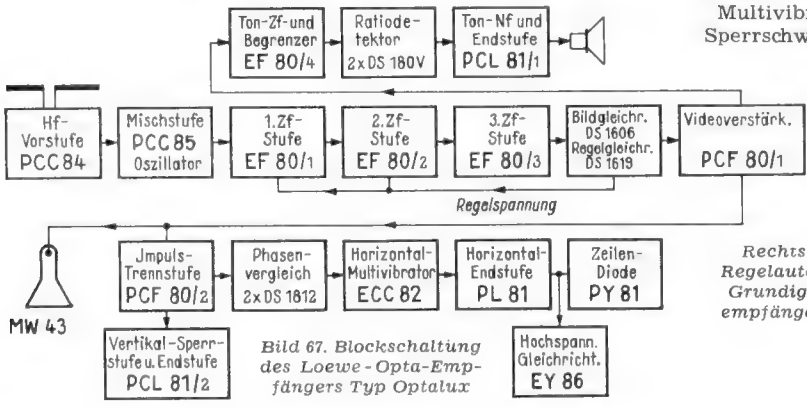
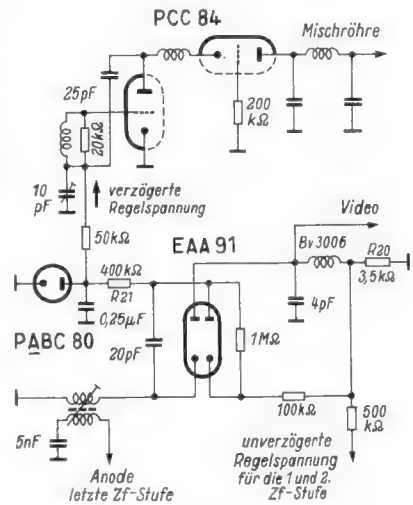


Bild 67. Blockschaltung des Loewe-Opta-Empfängers Typ Optalux



Rechts: Bild 68. Regelautomatik des Grundig-Fernsehempfängers Typ 550

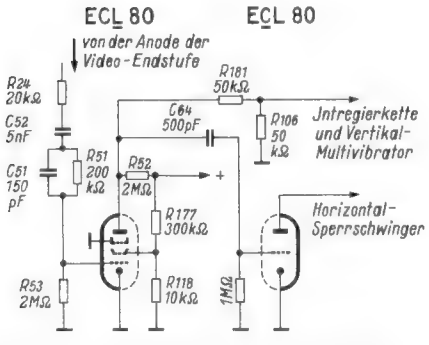


Bild 69. Impulsabtrennung beim Grundig 550

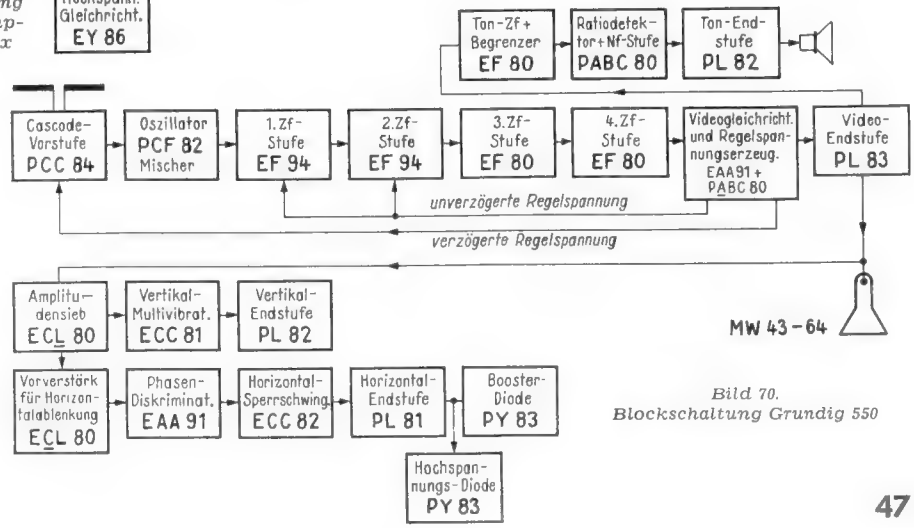


Bild 70. Blockschaltung Grundig 550

nichtsynchronisierten Zustand wenig stabil und kann durch Spannungsänderungen usw. leicht beeinflußt werden. Bei dem Nora-Chassis F 11 wird die Steuerspannung für die Horizontalendstufe PL 81 mit einem elektronengekoppelten Oszillator erzeugt. Der am Gitter der Oszillatorröhre PCF 82 vorhandene sinusförmige Spannungsverlauf wird durch Übersteuerung und kleine Schirmgitterspannung in die zur Steuerung der Endstufe erforderliche Kurvenform umgewandelt. Die auf diese Weise erzeugte Frequenz ist praktisch nur von den Daten des Schwingungskreises L 38, C 106 abhängig. Diese beiden Elemente sind so ausgebildet, daß sich ihre Werte bei Erwärmung nur unwesentlich ändern; damit ist die Konstanz des freischwingenden, also nicht synchronisierten Oszillators bereits von sich aus gewährleistet. Durch Phasenvergleich der im Gerät erzeugten mit der synchronisierenden Horizontalfrequenz in der Duodiode EAA 91 wird eine Nachregelspannung erzeugt, die nun aber nicht wie beim Multivibrator oder Sperrschwinger dem Röhrengitter direkt zugeführt werden kann. Die Nachregelung erfolgt in diesem Fall durch eine Reaktanzröhre PCF 82, die als regelbarer Scheinwiderstand parallel zur Induktivität L 38 liegt. Wegen der großen Steilheit dieser Röhre ergibt sich mit dieser Schaltungsart ein weiter Regelbereich, innerhalb dessen die Oszillatorfrequenz äußerst schnell auf ihren Sollwert zurückgeführt wird. Der Zeilenfrequenzregler besitzt eine Raststellung, für die die richtige Frequenz im Werk eingestellt ist. Ein weiterer Vorzug des Sinusoszillators ist in der Tatsache zu erblicken, daß bereits bei geringsten Eingangsspannungen die Kanten im Bild absolut gerade verlaufen.

Eine weitere interessante Schaltungsvariante bei den Nora-Fernsehgeräten ist ein veränderlicher Widerstand R 129 (s. **Hauptschaltbild)** in der Schirmgitterleitung der Horizontalendröhre PL 81. Bei Änderung der Röhrendaten durch Alterung oder durch Absinken der Netzspannung ergeben sich häufig Änderungen der Zeilenbreite. Mit Hilfe des Widerstandes R 129 lassen sich Bildbreite, Heizung der Hochspannungsdiode und die Beschleunigungsspannung selbst auf den richtigen Wert einregeln. Durch besondere Schaltmaßnahmen werden mit diesem an der Rückseite des Empfängers durch einen Drehknopf bedienbaren Regler auch gleichzeitig die Bildhöhe und die Bildschärfe (Fokus) optimal eingestellt.

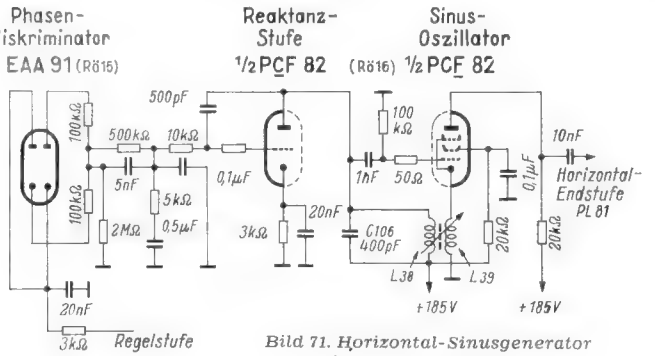


Bild 71. Horizontal-Sinusgenerator des Nora-Chassis F 11

Auch die **Continental** GmbH verwendet in ihren Fernsehempfängern FET 417 und FES 421 den Sinusgenerator für die Horizontalablenkung. Die Horizontalimpulse gelangen vom Impulssieb zur Phasenvergleichsstufe, einer Duodiode EAA 91. Die dort erzeugte Regelspannung wird einem System der Doppeltriode ECC 85, das als Reaktanzröhre geschaltet ist, zugeführt. Das zweite Triodensystem erzeugt in ECO-Kopplung die sinusförmigen Schwingungen. Dem Schwingungskreis der ECO-Schaltung (L_e, C_e im **Hauptschaltbild)** liegt die Reihenschaltung des Innenwiderstandes vom ersten System der ECC 85 (Reaktanzröhre) und des 1-nF-Koppelkondensators parallel. Durch Vorspannungsänderung am Gitter des ersten Triodensystems wird die Frequenz des Horizontalgenerators beeinflußt. Durch Vergleich der Phase des vom Sender herrührenden Synchronimpulses mit der Phase des Austastimpulses vom Horizontal-Ausgangsübertrager AT 4000 erhält man die erforderliche Steuerspannung. Der in einer besonderen Wicklung des Übertragers induzierte Horizontal-Austastimpuls wird zu einem Sägezahn integriert, der mit dem Horizontalimpuls kombiniert wird. Die beiden gegeneinander geschalteten Diodenstrecken der EAA 91 bilden die Differenz der beiden Spannungen. Je nach der Phasenlage der aufgedrückten und der im Sinusgenerator erzeugten Sägezähne ist die Differenz der beiden Spannungen entweder positiv oder negativ. Die so entstandene Differenzspannung gelangt über Glättungsglieder zum Steuergitter des ersten Systems der ECC 85 und steuert dort den Sinusgenerator.

Die **Metz**-Fernsehempfänger sind ebenfalls durch großzügige Dimensionierung der Impulssieb- und Begrenzerschaltungen weitgehend störungsimmun gemacht worden. Von der Anode der Videoendröhre PL 83 gelangt das Signalgemisch über eine Höhenanhebungsdrossel L 301 und ein RC-Glied R 802 (200 kΩ) — C 801 (200 pF) mit einer Zeitkonstanten von 40 µs zum Gitter der ersten Impulstrennstufe, dem Triodenteil einer PCF 80 **(Bild 72).** In einer zweiten Triode der PABC 80 wird ein nochmaliges Abschneiden und die Phasendrehung der Impulse vorgenommen. Die Ablenkung in vertikaler Richtung besorgt bei Metz eine Sperrschwingerschaltung mit dem Triodensystem der ECL 80, das Pentodensystem dieser Röhre arbeitet als Leistungsverstärker für die Vertikalablenkung und ist zur Erzielung einer guten Linearität kräftig gegengekoppelt.

Eine besondere Ausbildung hat das Phasenvergleichsglied für die Horizontalablenkung erfahren. Durch Vergleich der vom Sender ausgestrahlten Synchronimpulse und der zu einem Sägezahn integrierten Rücklaufimpulse der Empfänger-Ablenkeinrichtung in einem Diodensystem (PABC 80) wird die Nachsteuerspannung erzeugt. Die getroffene Anordnung ermöglicht es, daß der Horizontalgenerator — hier ein Multivibrator — bereits auf der richtigen Frequenz schwingt, wenn aus irgend einem Grund das steuernde Eingangssignal ausfällt. Die erzeugte nachsteuernde Gleichspannung gelangt über ein Glättungsfilter R 815, C 808, C 809 zu dem aus den beiden Triodensystemen der ECC 81 aufgebauten Multivibrator, der seinerseits durch einen Schwungradkreis L 603, C 601 stabilisiert ist. Die erwähnten Glättungsglieder verhindern mit Sicherheit Falschsynchronisation und ein Verschieben der Zeilen. Bei Störungen kann daher keine Zeile auskippen, der vertikal verlaufende Bildinhalt wird absolut gerade geschrieben.

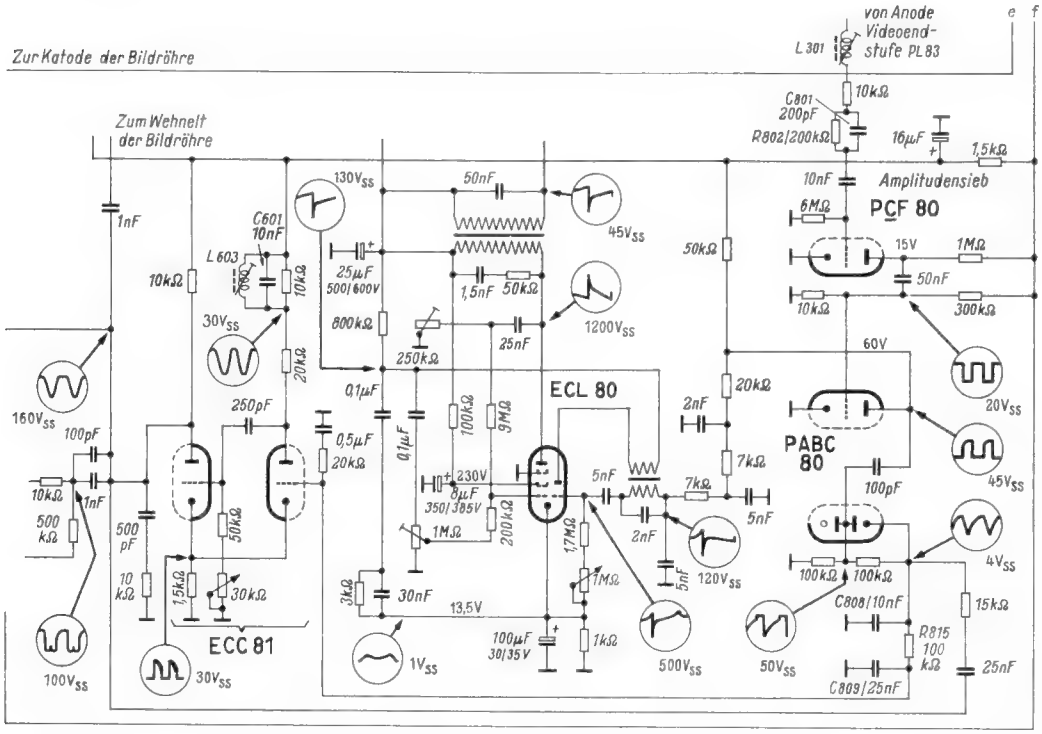


Bild 72. Ablenkschaltungen im Metz-Fernsehempfänger 902/3 D

Aus der Welt des Funkamateurs

Frequenzmodulation mit spannungsabhängigen Kondensatoren

Von Herbert Lennartz

Die Kapazität eines Bariumtitanat-Kondensators hängt von der angelegten Spannung ab; dies ermöglicht eine Frequenzmodulation von Sendern

Der Kurzwellenamateur sieht sich häufig vor die Notwendigkeit gestellt, seinen Sender mit Frequenzmodulation zu betreiben, insbesondere in hartnäckigen Fällen von Rundfunkstörungen (BCI). Oft ist die Schmalbandfrequenzmodulation (NFM) dann das einzige Mittel, um zu Zeiten, wenn viel Rundfunk gehört wird, überhaupt Telefonieverkehr durchführen zu können. Es soll hier nicht über den Wert oder Unwert der NFM diskutiert werden. Die Tatsache, daß in zahlreichen Fällen NFM der einzige Ausweg aus einer mißlichen Lage bedeutet, ist unbestritten. Es lohnt sich daher durchaus eine Beschäftigung mit diesem Problem.

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten eine NFM durchzuführen. Am bekanntesten sind die Methoden mit Reaktanzröhren und mit Germaniumdioden. Die Frequenzänderung wird am Oszillator bewirkt. Eine neue, an Einfachheit nicht zu übertreffende Methode ist die Anwendung spannungsabhängiger Bariumtitanatkondensatoren. In der Literatur finden sich zwar verschiedentlich Hinweise auf dieses Verfahren, es fehlt jedoch an einer konsequent durchgedachten Betrachtung des Problems. Dem Verfasser wurden von der Firma Stettner eine Anzahl Kondensatoren aus Bariumtitanat - Werkstoffen

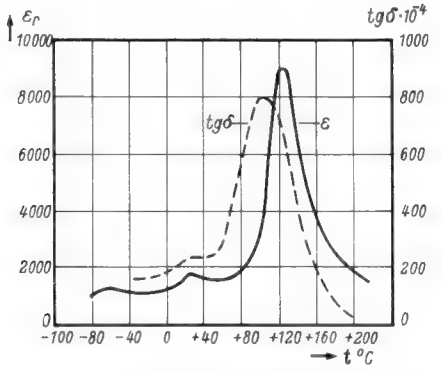


Bild 1. Dielektrizitätskonstante und Verlustwinkel von Bariumtitanat in Abhängigkeit von der Temperatur

zur Verfügung gestellt, mit denen Versuche bezüglich NFM für Anwendung in Amateursendern gemacht wurden.

Bariumtitanat-Kondensatoren

Unabhängig voneinander wurden während des Krieges in USA und in Deutschland die Bariumtitanate erforscht und viele bemerkenswerte Eigenschaften festgestellt. Die Entwicklung wurde dann in der Hauptsache in den USA sehr stark vorangetrieben. Uns sollen hier nur die Eigenschaften interessieren, die für die Herstellung von Kondensatoren wichtig sind.

Bild 1 zeigt zunächst die Dielektrizitätskonstante (ε) und den Verlustwinkel (tg δ) für das reine Bariumtitanat. Auffallend ist das ausgeprägte DK-Maximum von beinahe 10 000 bei etwa 120° C (Curie-Punkt). Zum Vergleich sei angeführt, daß die DK von Werkstoffen normaler keramischer Kondensatoren im Höchstfalle bei etwa 100 liegt. Der Verlustfaktor besitzt ebenfalls ein ausgeprägtes Maximum und liegt etwa zwei Größenordnungen über dem der bekannten normalen Keramikmassen. Reines Bariumtitanat ist aber als Kondensatorenwerkstoff schlecht zu gebrauchen, da das DK-Maximum bei etwa 120° C liegt.

Man hat aber gefunden, daß sich das DK-Maximum durch Zusätze von anderen Massen, vornehmlich Strontiumtitanat,

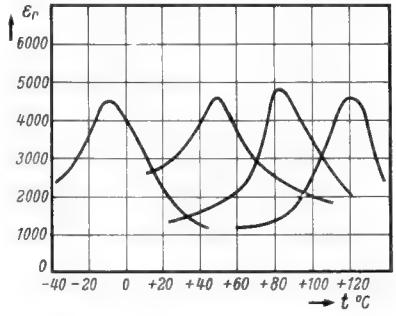


Bild 2. Temperaturabhängigkeit der DK-Zahl für verschiedene Mischwerkstoffe mit Bariumtitanat

leicht nach tieferen Temperaturen verschieben läßt, wobei der Maximalwert der DK und die Breite des resonanzkurvenartigen Temperaturverlaufs etwa gleich bleiben, wie **Bild 2** zeigt. Durch weitere Zusätze kann man die „Resonanzkurve" verbreitern, allerdings auf Kosten der maximal erreichbaren DK-Zahl, so daß man Werkstoffe erhält, die in einem praktisch verwertbaren Temperaturbereich einigermaßen konstante Dielektrizitätskonstante besitzen.

Die Entwicklung zielte dann auch in erster Linie darauf ab, die hohe DK-Zahl zur Herstellung von Kondensatoren auszunutzen, wobei sich relativ hohe Kapazitätswerte bei kleinen Abmessungen ergeben. Die sog. „Hi-Caps" der verschiedenen Hersteller sind das Ergebnis dieser Arbeiten. Solche Kondensatoren besitzen praktisch keine Induktivität (bis auf die Zuleitungen) und sind daher vor allem im KW- und UKW-Bereich sehr vorteilhaft als Überbrückungskondensatoren zu gebrauchen, wo es auf den relativ hohen Verlustwinkel (etwa $100 \cdot 10^{-4}$) nicht so sehr ankommt.

Außer von der Temperatur ist die DK-Zahl aber auch noch von der Feldstärke, d. h. von der anliegenden Spannung abhängig. Bei der üblichen Schichtdicke von einigen Zehntel Millimetern kommen immerhin Feldstärken von einigen kV/cm vor. Es gelang aber auch hier Stoffe zu finden, die wie **Bild 3** zeigt, außer einer geringen Temperaturabhängigkeit auch eine ausreichend kleine Spannungsabhängigkeit besitzen, so daß Kondensatoren aus diesen Materialien gefertigt werden können.

Kondensatoren mit großer Spannungsabhängigkeit

Es liegt nun nahe, zu versuchen, Werkstoffe herzustellen, die eine möglichst große Spannungsabhängigkeit besitzen. Dies ist in der Tat möglich, wie **Bild 4a** am Beispiel eines Stoffes D 10 000 (Stettner) beweist. In einem Intervall von Null bis 500 V sinkt die Kapazität auf etwa 20

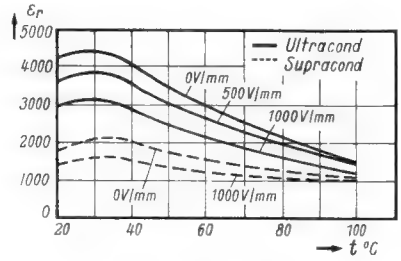


Bild 3. Feldstärkeabhängigkeit und Temperaturgang einiger Kondensator-Werkstoffe

bis 25% des Wertes bei Null Volt ab. Die Kurve ist allerdings nur bis etwa 200 V einigermaßen linear. Die Krümmung oberhalb 200 V muß aber nicht unbedingt ein Nachteil sein, wie später noch gezeigt wird. Bild 4a wird ergänzt durch den Temperaturverlauf der Kapazität, der in **Bild 4b** dargestellt ist. Diese Kurve sieht zunächst so ungünstig aus, daß eine weitere Betrachtung des Problems sinnlos erscheint, sinkt doch die Kapazität bei einer Temperaturerhöhung von nur 25° C auf etwa die Hälfte des Wertes bei 20° C ab! Es wird sich jedoch zeigen, daß diese Tatsache, wenn auch nicht unbedeutend, jedoch für die Anwendung nicht ausschlaggebend ist.

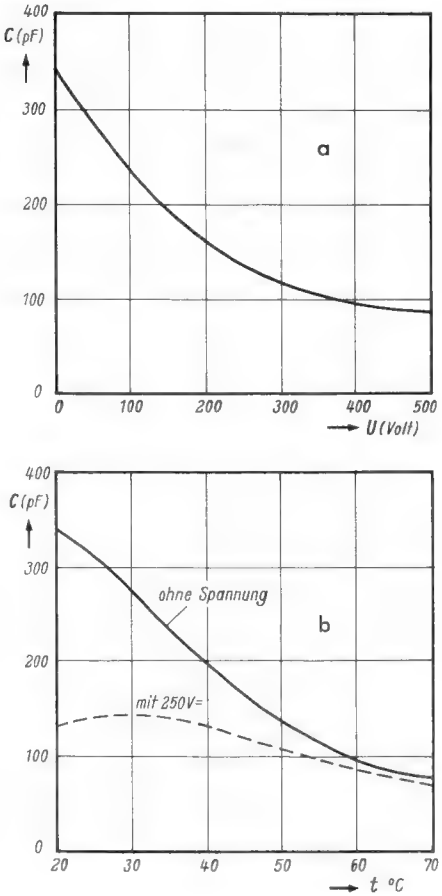


Bild 4. a = Abhängigkeit der Kapazität des Werkstoffes D 10000 von der Spannung; b = Abhängigkeit der Kapazität des Werkstoffs D 10000 bei 0 Volt und 250 Volt von der Temperatur

Berechnung eines frequenzmodulierten Oszillators

Bei den folgenden Betrachtungen wird davon ausgegangen, daß ein Hub von ± 3,6 kHz bei 3,6 MHz erzielt werden soll. Dieser Wert ist bereits sehr groß. In der Praxis wird man etwa mit der Hälfte oder mit zwei Dritteln dieses Wertes auskommen.

Der Oszillator schwinge auf 1,8 MHz, so daß die Endfrequenz wie üblich durch Verdopplung hergestellt wird. Der Hub am Oszillator muß also ± 1,8 kHz betragen. Die Schwingkreiskapazität sei 300 pF. Bei kleinen Frequenzänderungen (Hub $\triangle f$ = 0,1 %) gilt:

$$\Delta f = \tfrac{1}{2} \Delta C,$$

so daß eine Kapazitätsänderung von 0,2 % von 300 pF oder ± 0,6 pF erforderlich ist. Die Spannungsabhängigkeit nach Bild 4a ist etwa 0,6 % pro Volt, so daß bereits 0,3 Volt Modulationsamplitude ausreichen würde, um den Hub von 1,8 kHz zu erzielen, wenn der Parallelkondensator nur aus einer spannungsabhängigen Kapazität bestehen würde. Dies ist jedoch aus mehreren Gründen nicht möglich:

1. Wegen der starken Temperaturabhängigkeit.

2. Wegen des hohen Verlustwinkels.

3. Wegen evtl. zu starker Erwärmung des Kondensators, wenn die dauernd anliegende Oszillatorspannung zu groß ist (pyroelektrischer Effekt).

Die Oszillatorspannung kann jedoch gegebenenfalls durch geeignete Schaltungen klein gehalten werden (z. B. Eco-Schaltung). Den Einfluß der Punkte 1 und 2 kann man nun aber sehr stark verringern, wenn nur ein kleiner Teil des Schwingkreiskondensators durch eine spannungsabhängige Kapazität gebildet wird. Dabei ist es dann erforderlich, die Nf-Modulationsspannung größer zu machen, damit sich die gleiche Gesamt-C-Variation von ± 0,6 pF ergibt. Bei C = f (U) = 0,6 %/V wäre beispielsweise eine Modulationspannung von 100 V erforderlich, wenn der spannungsabhängige Kondensator nur 1 pF groß wäre. Das wäre jedoch nur 0,3 % der Gesamtkapazität des Schwingkreises.

Man kann nun leicht ausrechnen, daß der Verlustfaktor bedeutungslos geworden ist und der Temperaturkoeffizient (TK) der allein für sich etwa $2 \cdot 10^{-2}$ groß ist, an der gesamten Kreiskapazität von 300 pF nur noch 0,3 % von $2 \cdot 10^{-2}$, also etwa $70 \cdot 10^{-5}$

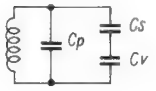


Bild 5. Anschaltung eines spannungsabhängigen Kondensators C_v an einen Schwingkreis

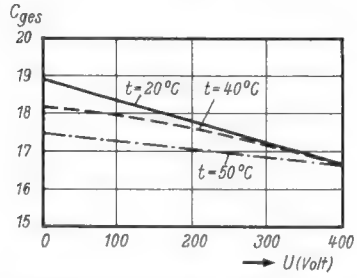


Bild 6. Kapazität der Serienschaltung C_s, C_v in Abhängigkeit von der Spannung bei verschiedenen Temperaturen

ausmacht, was jedoch bereits in der Größenordnung des TK-Wertes normaler keramischer Kondensatoren liegt. Allerdings ist zu beachten, daß der Hub mit steigender Temperatur kleiner wird. Immerhin ist die Temperaturabhängigkeit durchaus nicht so bedeutsam, wie es zunächst den Anschein hatte.

Nun tritt allerdings eine neue Schwierigkeit auf. Man kann nämlich Kondensatoren von etwa 1 pF bei einer DK von 10 000 nicht herstellen, wenn dieselben zur Erzielung einer genügenden Feldstärke im Dielektrikum bei relativ kleinen Spannungen dünn genug sein sollen. Hier kann man jedoch durch Serienschaltung gemäß **Bild 5** leicht Abhilfe schaffen. C_p ist eine Parallelkapazität, C_s ist ein Serienkondensator und C_v ist der spannungsabhängige Kondensator (Variocap), der jetzt einige Hundert Pikofarad groß sein kann, wenn C_s bei 10...20 pF liegt.

Die Serienschaltung besitzt noch einen weiteren Vorteil, denn in Richtung abnehmender Kapazität (höhere Spannung an C_v) ist die sich ergebende Kapazitätsvariation des Gesamt-Kondensators C_s in Serie mit C_v bei gleichem ΔC_v größer als in Richtung zunehmender Kapazität. Nun wird aber ΔC_v oberhalb 200 V schnell kleiner, d. h. bei geeigneter Bemessung und richtiger Lage des Ruhearbeitspunktes (Vorspannung) kann man die Krümmung der Spannungsabhängigkeitskurve durch eine Serienschaltung gerade kompensieren, so daß sich insgesamt eine lineare Kapazitätsvariation ergibt. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen.

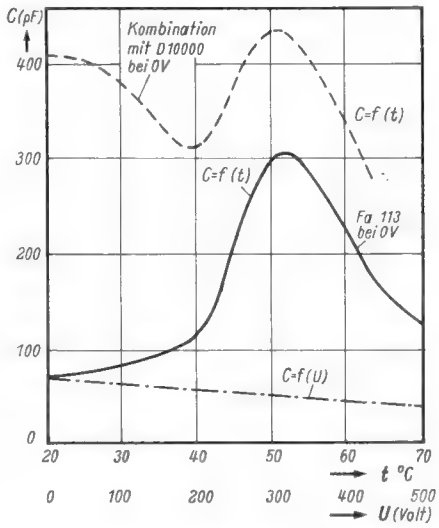


Bild 7. Temperaturabhängigkeit der Kapazität des Werkstoffs Fa 113 und bei Kombination mit einem Kondensator aus D 10000

Die Gesamtkreiskapazität sei wieder 300 pF, C_s ist 20 pF und C_v bei Null Volt Vorspannung und 20° C Temperatur 340 pF. Aus Bild 4a kann man die Kapazität bei verschiedenen Spannungen ablesen und daraus den Wert der Serienschaltung C_s, C_v berechnen. Das Ergebnis zeigt **Bild 6**. Daraus ist auch zu ersehen, daß bei höheren Temperaturen der Hub kleiner wird, so geht derselbe bei 40° C auf etwa 70 % und bei 50° C auf etwa 50 % zurück. Das ist zwar nicht schön, aber noch erträglich, zumal man den Hub bei NFM ohnehin öfter nachregeln muß um ihn dem Empfänger der Gegenstation anzupassen.

Die Auswanderung der Mittelfrequenz ist übrigens kleiner als sich nach dem TK, der aus Bild 4b hervorgeht, errechnet, denn mit wachsender Vorspannung nimmt nicht nur die relative Spannungsabhängigkeit, sondern auch der TK-Wert ab, wie aus der verschieden großen Steilheit der Temperaturkurven bei Null und 250 Volt zu ersehen ist. Bei 40° C beträgt die Frequenzänderung 1,2 kHz und bei 50° C 2,4 kHz (bei 1,8 MHz). Das flache Maximum der Temperaturkurve (Bild 4b) bei anliegender Gleichspannung bewirkt, daß erst ab etwa 35° C eine merkliche Frequenzänderung eintritt. Auch an die Konstanz der Gleichvorspannung sind keine übertriebenen Anforderungen zu stellen, solange mit Kondensatoren in der angegebenen Anordnung gearbeitet wird. In dem angegebenen Beispiel ist die Frequenzwanderung nur 34 Hz/V (bei 3,6 MHz).

Temperaturkompensation

Die Verschiebbarkeit des Temperaturmaximums durch geeignete Beimischungen erlaubt die Herstellung von Werkstoffen, bei denen das Maximum z. B. nach höheren Temperaturen verschoben ist, wie **Bild 7** am Beispiel der Masse Fa 113 (Stettner) zeigt. Diese besitzt bei etwa 55° C einen positiven TK-Wert. Kombiniert man einen Kondensator aus Fa 113 mit einem solchen aus D 10 000, so ergibt sich die Summenkurve (gestrichelt gezeichnet), die bei Kombination mit anderen Werkstoffen noch verbessert werden könnte. Die Maximalkapazität ändert sich nur noch um ± 20 % bis 60° C. In dieser Größenordnung liegt dann auch die durch die Temperatur bedingte Hubänderung. Das Ergebnis ließe sich bei geschickter Auswahl und Zusammenstellung der Werkstoffe noch wesentlich verbessern.

Es muß betont werden, daß die Temperaturkompensation mit Rücksicht auf den Hub vorgenommen werden soll, weniger um den Temperaturgang des Kondensators an sich zu beeinflussen, obgleich auch hier eine Verbesserung erzielt wird. Den Temperaturgang der Mittelfrequenz könnte man schließlich auch mit den bekannten Mitteln kompensieren. Darüber hinaus ergibt sich aber die interessante Möglichkeit, gemäß **Bild 8** mit einer weiteren Serienschaltung C_{s2}, C_{v2} mit geeignetem Werkstoff für C_{v2} eine Temperaturkompensation durchzuführen, wobei der TK-Wert durch die angelegte Gleichspannung variiert werden kann, so daß die mühevolle Kombination aus Kondensatoren mit verschiedenen TK-Werten entfällt. C_{v2} wird dabei nicht mitmoduliert, da $C_{s1} < C_{v1}$ und $C_{s2} < C_{v2}$, so daß die Serienschaltung C_{s2}, C_{v2} praktisch nur auf die Kreiskapazität einwirkt.

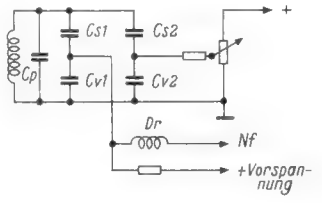


Bild 8. Schaltung zur Temperaturkompensation mit einstellbarem Temperaturkoeffizienten

Schaltungstechnik

Bild 9 zeigt eine ausgeführte Schaltung. Der Teil rechts von der Spule stellt eine ganz normale Eco-Schaltung dar. Es kann ebenso jede andere Oszillatorschaltung benutzt werden. Die Serienschaltung aus C_s und C_v richtet sich natürlich nach der Gesamt-Parallelkapazität des Schwingkreises und kann in der angegebenen Weise leicht ausgerechnet werden. Um den Kondensator C_v durch den Modulator nicht kurzzuschließen, wird eine Drossel mit 2,5 mH dazwischengeschaltet. Die Vorspannung wird über einen Widerstand von 200 kΩ (oder größer) zugeführt. Die Nf-Modulationsspannung muß über einen Trennkondensator zugeführt werden. Es ist zu beachten, daß der Kondensator C_v der letzten Nf-Stufe parallel liegt. Da C_v einige

Hundert Pikofarad groß sein kann, darf der Außenwiderstand der letzten Stufe des Modulators nicht zu groß gewählt werden, da sonst eine Benachteiligung der hohen Frequenzen eintritt. Die Modulation benötigt praktisch keine Leistung.

In der Anordnung nach **Bild 9** wird für einen Hub von etwa 3...4 kHz eine Nf-Spannung von 70...80 V benötigt. Den Spannungsbedarf kann man herabsetzen, wenn man die C-Variation durch Vergrößern von C_S, bei gleichzeitiger entsprechender Verkleinerung der Parallelkapazität des Kreises, heraufsetzt. Die stärkere Temperaturabhängigkeit kann durch Kompensation ausgeglichen werden. Im allgemeinen ist es aber einfacher, mit höheren Modulationsspannungen zu arbeiten, da dann die etwas umständliche Temperaturkompensation entfallen kann.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß man auch, Quarze nach diesem Verfahren „ziehen" kann. Bei einem Oberton-Quarz für 24 MHz reicht der Hub aus, um eine NFM im 2-m-Band durchzuführen.

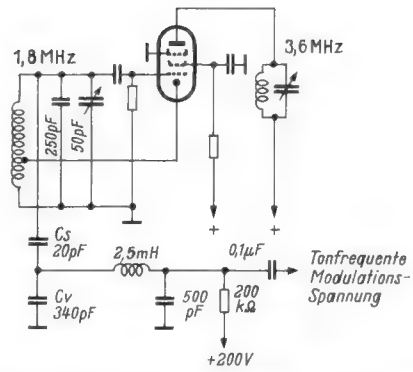


Bild 9. Eco-Schaltung mit Frequenzmodulation durch spannungsabhängigen Kondensator

Ein gewisser Nachteil der beschriebenen Kondensatoren besteht noch in der starken Alterung, die z. Z. näher erforscht wird. Schaltungsanordnungen sollte man nur mit einigen Monate "alten" (gelagerten) Stücken aufbauen.

ren verwendet werden (Valvo OC 71), führt der Minuspol der Batteriespannung zu den Emitteranschlüssen.

Bild 3 zeigt die endgültige Ausführung der Schaltung. Sie lehnt sich in ihren Werten an die in der FUNKSCHAU 1955, Heft 15, Seite 320, beschriebene Schaltung eines Multivibrators mit Transistoren an. Der Kollektorwiderstand des Transistors I führt nicht direkt zur Speisespannung, sondern zum Kollektor II. Dadurch tritt eine gewisse stabilisierend wirkende Gegenkopplung auf. Aus praktischen Gründen wurde hier der Minuspol der Batterie an Masse gelegt. Als Batterie dient nämlich eine kleine Stabzelle, deren Papphülse entfernt wurde, so daß der Zinkbecher unmittelbar Kontakt mit dem Messingabschirmrohr erhält.

Die Nutzspannung wird man natürlich an einem niederohmigen Widerstand auskoppeln, damit Streukapazitäten nicht die hohen Frequenzen kurzschließen. Am günstigsten wäre hier der 500-Ω-Kollektorwiderstand des Systems II. Im Modell wurde jedoch die Nutzspannung über einen 2,5-nF-Kondensator C 3 an der Emitterleitung abgegriffen, die mit 5 kΩ noch ziemlich niederohmig ist. Hier kann jeder selbst durch Versuche entscheiden, welchen Spannungspunkt er zum Auskoppeln wählt. Man hört zweckmäßig mit Hilfe eines Empfängers ab, bei welcher Anordnung der Ton angenehmer klingt oder mehr Spannung bei den hohen Frequenzen vorhanden ist.

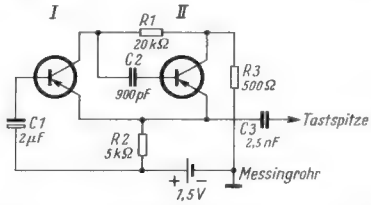


Bild 3. Vollständige Schaltung des beschriebenen Multivibrators

Die Schaltung wird zweckmäßig erst mit Hilfe einiger Lötösenstreifen auf einem Versuchsbrett aufgebaut und erprobt. Die Tonhöhe läßt sich am einfachsten durch Wahl des Kondensators C 2 beeinflussen. Die Frequenz läßt sich sogar mit diesem Kondensator C 2 in sehr weiten Grenzen ändern. Verwendet man z. B. an dieser Stelle einen Drehkondensator, so ergibt sich damit fast ein Tongenerator für das gesamte Nf-Spektrum.

Zur Erprobung gibt man die Ausgangsspannung über eine möglichst kurze Leitung auf die Tonabnehmerbuchsen eines normalen Empfängers und hört den Ton im Lautsprecher ab. Um die Wirksamkeit bei Hochfrequenz festzustellen, wird die Spannung auf die Antennenbuchse gegeben und der Mittelwellenbereich auf eine mittlere Frequenz (ca. 1000 kHz) abgestimmt. Der Masseanschluß der Multivibratorschaltung ist mit dem Empfängerchassis zu verbinden.

In diesem Aufbau kann man sehr schön die Temperaturabhängigkeit der Transistoren beobachten. Faßt man den einen oder anderen Glaskolben nur mit zwei Fingern an, so läuft die Tonhöhe sehr schnell weg, und auch die Klangfarbe ändert sich dabei stark. Die starke Tempera-

Prüfsummer M 552

Eine FUNKSCHAU-Bauanleitung für einen Prüf-Multivibrator mit Transistoren

Zur Fehlersuche in Empfängern ist bekanntlich ein Multivibrator sehr gut geeignet. Das Frequenzspektrum eines solchen Generators mit sägezahnförmigem oder rechteckförmigem Kurvenverlauf erstreckt sich meist von der im Tonfrequenzgebiet liegenden Grundfrequenz bis zu kurzen Wellen. Tastet man mit dieser Spannung die einzelnen Spannungspunkte eines Empfängers, vom Gitter der Endröhre her beginnend, bis zur Antennenbuchse ab, so muß stets der markante trompetenartige Ton des Multivibrators im Lautsprecher zu hören sein. Die Lautstärke nimmt dabei um so mehr zu, je mehr Verstärkerstufen erfaßt werden. Wird der Ton leiser oder setzt er ganz aus, dann liegt in dieser Stufe ein Fehler vor.

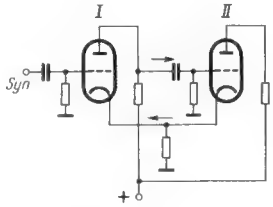


Bild 1. Schaltung eines katodengekoppelten Multivibrators mit Röhren

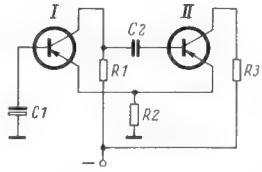


Bild 2. Entsprechende Schaltung zu Bild 1 mit Transistoren

Genaue Einzelheiten zu diesem Verfahren der Fehlersuche mit Hilfe der Signalzuführung sind aus dem RPB-Band 37/38 des FRANZIS-VERLAGES zu entnehmen.

Als Multivibrator benutzte man bisher kleine netzbetriebene Geräte mit einer Doppeltriode und führte die Prüffrequenz über eine Leitung dem zu untersuchenden Gerät zu. Eine Bauanleitung für einen solchen netzbetriebenen Multivibrator findet sich in der FUNKSCHAU 1954, Heft 16, Seite 351. Infolge des Netzbetriebes und der verhältnismäßig langen Prüfleitung kann bei empfindlichen Nf-Stufen leicht eine Brummspannung aufgefangen werden, die die Messung verfälscht. Daher lag der Gedanke nahe, ein solches Prüfgerät mit Transistoren so klein aufzubauen, daß man es unmittelbar in einer Prüfsonde unterbringen kann.

Die Schaltung

Die entwickelte Schaltung gibt gleichzeitig Gelegenheit, sich mit der Wirkungsweise von Transistoren besser vertraut zu machen. Wir betrachten zunächst die Schaltung **Bild 1** eines katodengekoppelten Multivibrators mit Röhren. Sie findet sich in dieser Form vielfach als Kippschwingungserzeuger in Fernsehempfängern. Die beiden Röhrensysteme I und II sind gegenseitig sehr fest rückgekoppelt. Von der Anode I wird Gitter II angesteuert. An der unverblockten Katode II wird die Rückkopplungsspannung abgegriffen und direkt auf die Katode I zurückgeführt. An das Gitter I kann im Fernsehempfänger eine Synchronisierspannung angelegt werden.

Bild 2 zeigt nun die Übertragung dieser Schaltung in die Transistortechnik unter Verwendung von zwei pnp-Transistoren. Wie aus der Aufsatzreihe „Transistortechnik — stark vereinfacht"[1]) bekannt ist, entspricht die Basis eines Flächentransistors etwa dem Gitter einer Röhre. Die Gleichartigkeit der Schaltungen Bild 1 und Bild 2 ist ohne weiteres zu erkennen, und ein praktischer Versuch zeigt, daß das System in Bild 2 bereits mit einer Betriebsspannung von 1,5 V einwandfrei schwingt.

Die einzige Abweichung besteht darin, daß die Transistoren in Bild 2 keine „Gitterableitwiderstände", also keine äußeren Widerstände zwischen Basis und Emitter bzw. Masse besitzen. Dies beeinträchtigt jedoch hier die Arbeitsweise nicht, da ohnehin beim Transistor stets ein Strom zwischen Basis und Emitter fließt. Da hier keine Synchronisierung benötigt wird, ist die Basis I über einen Niedervolt-Elektrolytkondensator wechselspannungsmäßig geerdet, denn dieses Transistorensystem arbeitet bei hochgelegtem Emitter praktisch in Basisschaltung (= Gitterbasisschaltung bei einer Röhre). Da hier pnp-Transisto-

[1]) FUNKSCHAU 1955, Heft 11, Seite 227; Heft 16, Seite 348; Heft 17, Seite 383.

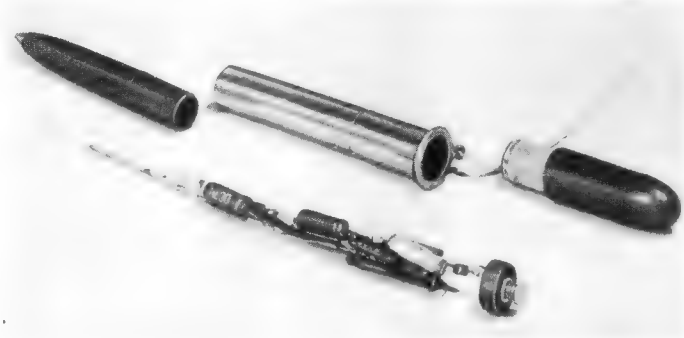


Bild 4. Bauteile des Prüfmultivibrators vor dem Zusammensetzen

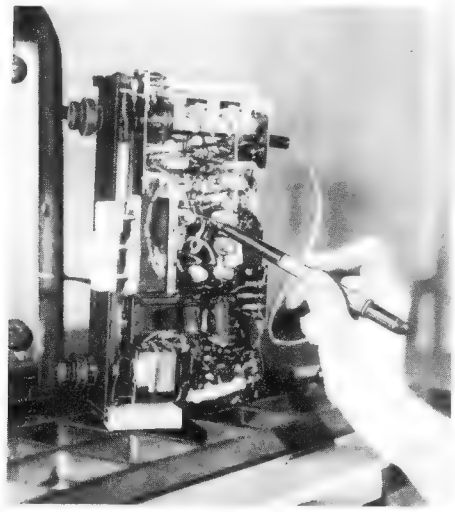


Bild 5.
Der fertige Multivibrator bei der Fehlersuche

turabhängigkeit in dieser Schaltung rührt daher, weil die Basisspannungen nicht durch einen Gleichspannungsteiler stabilisiert sind. Der temperaturabhängige innere Basisstrom hat daher einen zu großen Einfluß auf die Wirkungsweise. Für die Verwendung des Gerätes ist dies jedoch ohne Bedeutung.

Mechanischer Aufbau

Unter Verwendung von Miniatureinzelteilen wurde die gesamte Schaltung nach **Bild 6** freitragend in langgestreckter Form aufgebaut, so daß sie in einem Stück Messingrohr mit 11 mm Innendurchmesser untergebracht werden konnte. Die Enden wurden, des besseren Aussehens wegen, durch die Kappe und das Vorderteil eines billigen, zu diesem Zweck auseinandergenommenen Kugelschreibers abgeschlossen.

Die Hälfte einer sogenannten Lady-Batterie (P e r t r i x Nr. 250) sitzt ohne Papphülse fest in der Kappe des Kugelschreibers und stellt über Zinkbecher und Messingrohr die Minusverbindung her. Der Pluspol drückt gegen einen federnd und isoliert im Messingrohr angeordneten Kontakt. Zum Ausschalten zieht man die Kappe einfach etwas zurück, so daß die Plusleitung unterbrochen wird. Jeder andere Schalter, z.B. ein Schiebeschalter wie bei einer Taschenlampe hätte viel mehr Raum erfordert.

Die Hartpapierscheibe mit dem federnden Kontakt für den Pluspol ist ebenfalls fest mit der eigentlichen Schaltung verbunden. Das Messingrohr erhält an der Stelle, an der die Hartpapierscheibe zu sitzen kommt, einige Körnerschläge (in Bild 6 mit „Halterung" bezeichnet), die das Durchrutschen der Hartpapierscheibe verhindern. Die verdrahteten Einzelteile werden in Bild 6 von oben her in das Messingrohr eingeschoben. Der Minusanschluß ist dabei so zu drehen, daß er in ein vorgebohrtes Loch eingreift und dort mit der Messinghülse verlötet werden kann. Die eigentliche Prüfspitze besteht aus einem starken Draht, über den nachträglich (nach dem Einbau) der Messingeinsatz des Kugelschreibers geschoben und in der Preßstoffhülse festgeschraubt wird.

Bild 4 zeigt die vormontierten Bauteile vor dem endgültigen Zusammensetzen, **Bild 5** das fertige Gerät im Betrieb. Für die Erdverbindung zum Prüfobjekt wird eine Schelle mit einer Erdleitung an der Messinghülse befestigt. Für ganz schnelle einfache Prüfungen genügt es sogar, das Prüfgerät ohne Erdverbindung zu verwenden, es ersetzt dann gewissermaßen den „nassen Finger" mit dem man sonst empfindliche Punkte antastet. Die Erdung erfolgt dann kapazitiv über die Hand. Das Gerät gibt auch in dieser Form einen wesentlich besseren Ton ab, als man es beim einfachen Berühren von Gitterleitungen gewohnt ist.

Für den Nachbau kommt es sehr darauf an, ob die in der Einzelteilliste aufgeführten Miniaturteile zur Verfügung stehen. Zweckmäßig besorgt man sich erst die elektrischen Einzelteile, bevor man an die Beschaffung und an den Bau der eigentlichen Hülse geht. Wer gezwungen ist, größere Einzelteile zu verwenden, kann das Gerät in ein etwas stärkeres Gehäuse, z. B. in eine Stabtaschenlampe, einbauen. Wer Spaß daran hat, kann sich auch eine Art Prüfpistole bauen (zwei Schalen aus Laubsägeholz aussägen und zusammensetzen). Hierbei läßt sich ein Teil der Schaltung und die Batterie im Pistolengriff unterbringen und als Einschalter eine Art Abzugshahn vorsehen.

Da die Ausführung und die Größe des Gerätes vom persönlichen Ermessen und von den Einzelteilen abhängen, wurden hier keine Maßzahlen angegeben. Als Anhaltspunkt möge dienen, daß Bild 6 im Maßstab 1 : 1 dargestellt ist.

Ergänzend sei noch bemerkt, daß sich eine Multivibratorschaltung bereits mit nur e i n e m Spitzentransistor aufbauen läßt. Ein Spitzentransistor kostet aber etwa ebensoviel wie zwei moderne Flächentransistoren und er ist mechanisch viel empfindlicher. Deshalb wurde die Lösung mit zwei Flächentransistoren vorgezogen.

Im Modell verwendete Einzelteile

2 Transistoren OC 71 (Valvo)

Widerstände

R 1	20 kΩ	0,1 W
R 2	5 kΩ	0,1 W
R 3	500 Ω	0,1 W

Kondensatoren (Siemens)

- C 1 2 µF/20 V (Kleinst-Elektrolyt, Bestell-Nr. 2/20 B 4131)
- C 2 800 pF keram. Scheibenkondensator, Bestell-Nr. Sad 800/500 B 3723—05
- C 3 2,5 nF keram. Röhrchenkondensator, Bestell-Nr. Rd 2500/500 B 3724—03

Sonstige Einzelteile

- 1 Kugelschreiber (billige Ausführung)
- ½ Miniatur-Stabtaschenlampenbatterie (Pertrix Nr. 250)
- 1 Messingrohr 75 mm lang, 11 mm Innendurchmesser
- 1 Hartpapierscheibe 11 mm Durchmesser, 4 mm stark

Die angegebenen Marken-Bauteile bitten wir über den Fachhandel (nicht direkt vom Hersteller) zu beziehen.

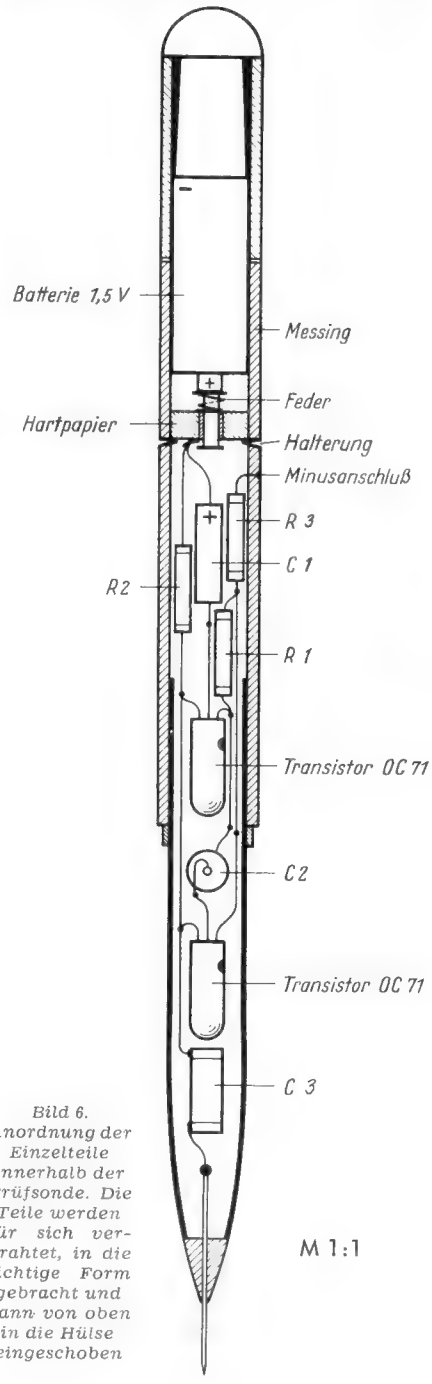


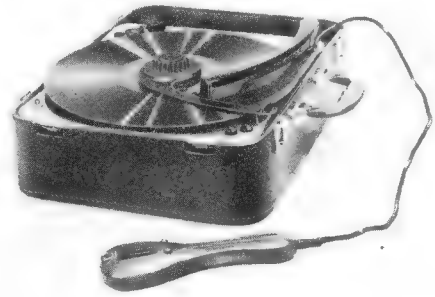
Bild 6.
Anordnung der Einzelteile innerhalb der Prüfsonde. Die Teile werden für sich verdrahtet, in die richtige Form gebracht und dann von oben in die Hülse eingeschoben

Relaisgesteuertes Diktiergerät

Das Magnetplatten - Diktiergerät Dimafon Modell 1955[1]) wird jetzt serienmäßig mit einem Handmikrofon geliefert, das außer dem Start/Stoppschalter noch zwei weitere Tasten für „Aufnahme" und „Wiederholung" enthält. Ein in das Mikrofon eingebautes Signallämpchen zeigt den Betriebszustand an **(Bild).** Auf der Rückseite des Mikrofons ist ein weiterer Schalter zugängig, mit dem man die Empfindlichkeit in zwei Stufen (Konferenz-Nahbesprechung) einstellen kann.

Für die Umschaltung „Aufnahme-Wiederholung" werden äußerst zuverlässige Relais verwendet, die etwa denen entsprechen, die man in Fernmeldeanlagen benutzt. Einen Begriff von der Schaltsicherheit vermittelt die Tatsache, daß der Relaishersteller 10 Millionen Schaltungen garantiert.

Die Bedienung des Diktiergerätes vom Mikrofon aus ist kinderleicht: Beim Druck auf die rote Taste „Aufnahme" beginnt das Dimafon mit der Aufzeichnung des



Dimafon Modell 1955; vorn das Handmikrofon mit den beiden Bedienungstasten

Diktates. Beim kurzen Druck auf die Wiederhol-Taste schaltet sich das Gerät auf Wiedergabe um und gibt die letzten Worte des Textes wieder, etwa um Zahlen nochmals kontrollieren zu können oder damit der Diktierende den „roten Faden" wieder findet. Dauernder Druck auf die grüne Wiederholtaste löst einen dauernden Rücklauf aus.

Ob die Gerätebedienung zweckmäßig vom Mikrofon aus oder über einen besonderen Schalter erfolgt, ist Ansichts- und Gewohnheitssache. Jedenfalls hängt es von der persönlichen Arbeitsweise des Benutzers ab. Für Diktierende, die gern beim Sprechen beide Hände frei haben, gibt es Schwanenhalsmikrofone. Die Fernschaltung des Dimafon kann wahlweise über einen Hand- oder einen Fußschalter erfolgen. Der Handschalter ist übrigens so ausgebildet, daß er sich auf die Höhe der Schreibmaschinen-Tastatur einstellen läßt, denn dieses Modell wird vorzugsweise von den Stenotypistinnen benutzt.

[1]) Hersteller: Wolfgang Assmann GmbH. Bad Homburg.

Dr.-Ing. F. Bergtold: *Für den jungen Funktechniker*

17. Arbeit und Integrieren, Leistung und Differenzieren

Zeitlich konstante Leistung

Haben wir es mit einer gleichbleibenden Leistung zu tun, so ergibt sich die zugehörige Arbeit A, wie wir schon wissen, als Produkt aus Leistung N und Zeit t auf diese Weise: $A = N \cdot t$. **Bild 1** zeigt hierfür als Beispiele drei Fälle. Im ersten Fall handelt es sich um eine Leistung von 120 W, die während einer halben Minute entnommen wird. Die dem entsprechende Arbeit beträgt 120 W · 0,5 min = 60 W min. Im zweiten Fall dauert die Leistungsentnahme zwei Minuten. Während dieser Zeit hat die Leistung einen gleichbleibenden Wert von 30 W. Wiederum erhalten wir als zugehörige Arbeit 60 W min. Auch für den dritten Fall kommt dieser Wert heraus.

In Bild 1 sind die drei Rechtecke, die jeweils durch Leistung und Zeit bestimmt werden, schraffiert. Jede dieser Flächen bildet 60 Wattminuten Arbeit ab. Das erkennen wir deutlich, wenn wir ein Quadrat in Bild 1 betrachten. Die Höhe eines solchen Quadrates bringt eine Leistung von 20 Watt zum Ausdruck, während der Breite des Quadrates 1 Minute zugeordnet net ist. Die Fläche eines Quadrates kommt demgemäß einer Arbeit von 20 Wattminuten gleich.

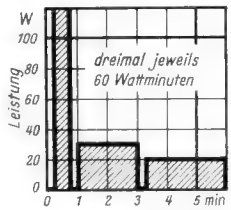


Bild 1

Die in Bild 1 dargestellte Gesamtarbeit A_g setzt sich aus drei einzelnen Arbeitswerten A_1, A_2 und A_3 zusammen. Zu diesen seien die Leistungen mit N_1, N_2 und N_3 sowie die zugehörigen Zeiten mit t_1, t_2 und t_3 bezeichnet. Damit gilt:

$$A_g = N_1 \cdot t_1 + N_2 \cdot t_2 + N_3 \cdot t_3.$$

Zeitlich schwankende Leistung

Bild 2 veranschaulicht eine Leistung, die während der ersten zwei Minuten erst langsam und dann etwas schneller sinkt, am Ende der zweiten Minute plötzlich schroff ansteigt, von da an zunächst wieder sinkt, von neuem ansteigt und nochmals zurückgeht.

Um die Arbeit zu ermitteln, die hierzu gehört, brauchen wir nur die Erkenntnis anzuwenden, die wir aus Bild 1 gewonnen haben. Sie besteht darin, daß die Arbeit in einem Bild, das die Leistung abhängig von der Zeit zeigt, durch eine Fläche dargestellt wird. Die Fläche, um die es sich hier handelt, ist in Bild 2 wiederum durch eine Schraffur hervorgehoben. Wir können aus Bild 2 ablesen.

Während der ersten Minute wird eine Arbeit von etwa 90 W min entnommen. Zur zweiten Minute gehört (zusätzlich) eine Arbeit von ungefähr 85 W min, womit auf die beiden ersten Minuten insgesamt eine Arbeit von 175 W min entfällt. Die gesamte Arbeit beläuft sich innerhalb der dargestellten 6 Minuten auf ungefähr 600 W min.

Indem wir also die Gesamtzeit in einzelne kurze Abschnitte zerlegen und Abschnitt für Abschnitt die zugehörige Arbeit hinzunehmen, bekommen wir die Kennlinie, die das zeitliche Ansteigen der Arbeit zeigt **(Bild 3)**.

Für einen zeitlichen Leistungsverlauf nach Bild 2 können wir die Leistungsmittelwerte für Zeitabschnitte von jeweils einer halben Minute genau genug abschätzen.

Würde die Leistung rascher schwanken, so müßten wir für die einzelne Zeitspanne statt einer halben Minute eine kürzere Zeitdauer ansetzen.

Im allgemeinen Fall wäre es für dieses Verfahren richtig, die einzelne Zeitspanne verschwindend gering zu wählen. Damit bekämen wir für jeden endlichen Zeitabschnitt eine unendlich große Zahl verschwindend kleiner einzelner Arbeitswerte. Jeder Arbeitswert wäre dargestellt durch das Produkt aus der verschwindend geringen Zeitspanne und aus dem jeweils zugehörigen — im Regelfall durchaus nicht verschwindend geringen — Leistungswert. Eine solche Summe aus unendlich vielen unendlich kleinen Produkten nennt man „Integral".

Das Integral und das Integrieren

Wir sind hier zu einem Fachausdruck gekommen, der an sich der höheren Mathematik angehört. Dennoch sollten wir uns mit ihm etwas befassen, zumal wir z. B. im Zusammenhang mit dem Ablenkteil der Fernsehempfänger wieder auf ihn stoßen.

Um die Arbeit A zu gewinnen, die über einen bestimmten Zeitabschnitt (von t_1 bis t_2) geleistet wird, müssen wir — in der vorher veranschaulichten Weise — die Leistung N über die Zeit t integrieren. Die Anweisung, das zu tun, wird durch folgende kurze Formel gegeben:

$$A = \int_{t_1}^{t_2} N_t \cdot dt \qquad \text{lies:}$$

„A ist gleich dem Integral der Leistung N über die Zeit t von t_1 bis t_2".

Die Formel besagt: Die Arbeit A ergibt sich als Summe (dafür das aus den S hervorgegangene Integralzeichen) der Produkte aus dem jeweiligen Leistungsaugenblickswert N_t und der zugehörigen verschwindend geringen Zeit dt und zwar vom Zeitpunkt t_1 bis zum Zeitpunkt t_2. Der Buchstabe d vor dem Buchstaben t, der das Formelzeichen der Zeit ist, gibt den Hinweis darauf, daß es sich für die einzelnen Leistungen N_t um verschwindend geringe Zeitspannen handelt.

Das Differential und das Differenzieren

Das Gegenstück zum Integrieren ist das Differenzieren. Auch dieser Begriff kommt beim Fernsehen vor. Zwischen Integrieren und Differenzieren besteht ein ähnliches Verwandtschaftsverhältnis wie zwischen Addieren und Subtrahieren oder zwischen Multiplizieren und Dividieren.

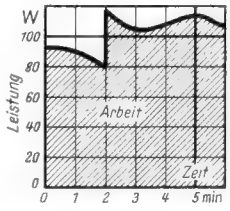


Bild 2

Den Begriff des Differenzierens machen wir und vielleicht am besten zunächst an Hand des Zusammenhanges klar, der zwischen Weg, Zeit und Geschwindigkeit besteht. Die Geschwindigkeit ist die Zunahme des zurückgelegten Weges, bezogen auf die Einheit der Zeit. Demgemäß gibt man die Geschwindigkeit etwa in Kilometer je Stunde oder auch in Zentimeter je Sekunde an. Bleibt die Geschwindigkeit über längere Zeit konstant, so gilt die einfache Beziehung:

Geschwindigkeit = zurückgelegter Weg: benötigter Zeit.

Ist die Geschwindigkeit aber nicht konstant, ändert sie sich also im Verlaufe der Zeit, so müssen wir den Zusammenhang zwischen Zeit, Weg und Geschwindigkeit jeweils auf einen ganz kurzen Zeitabschnitt — auf eine verschwindend geringe Zeit — beschränken. Mit den Formelzeichen: t für die Zeit, s für den Weg und v für die Geschwindigkeit schreibt man das in folgende Form an:

$$v = \frac{ds}{dt}.$$

Der hierin zweimal vorkommende Buchstabe d drückt wiederum jeweils eine verschwindend geringe Größe (ein „Differential") aus. Die angeschriebene Beziehung besagt somit:

Die äußerst kleine Zunahme ds des Weges s innerhalb der verschwindend geringen Zeitspanne dt ist — bezogen auf diese Zeitspanne dt — gleich der Geschwindigkeit. Den Bruch $\frac{ds}{dt}$ nennt man „Differentialquotient des Weges s nach der Zeit t" und liest ihn als „ds nach dt".

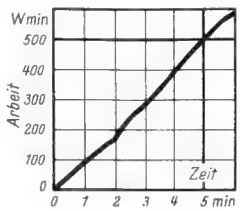


Bild 3

Nun zurück zur Leistung! — Leistung ist Arbeit je Zeiteinheit. Für eine innerhalb der Zeit t konstante Leistung N und für die zugehörige Arbeit A gilt somit:

$$N = \frac{A}{t}.$$

Handelt es sich aber um eine zeitlich schwankende Leistung, — also nicht um eine der Zeit verhältnisgleiche Zunahme der Arbeit — so müssen statt einer längeren Zeit t kürzere Zeitspannen im allgemeinen Fall sogar verschwindend kurze Zeitspannen dt zugrunde gelegt werden. In jeder solchen Zeitspanne kann natürlich auch die Arbeit A nur um den verschwindend geringen Betrag dA zunehmen. Also:

$$N = \frac{dA}{dt} \text{ oder in Worten:}$$

Die Leistung ist der Differentialquotient der Arbeit nach der Zeit.

Fachausdrücke

Differential: Verschwindend geringe Änderung einer Größe, z. B. verschwindend geringe Zunahme der Zeit — also verschwindend kurze Zeitspanne. Das Zeichen für das Differential ist ein vor das Formelzeichen der Größe gesetztes kleines lateinisches d.

Differentialquotient: Verhältnis der verschwindend geringen, zusammengehörigen Änderungen zweier voneinander abhängiger Größen.

Differenzieren (Differentiation): Bestimmen der Abhängigkeit der Änderung einer Größe von einer zweiten Größe. Indem wir z. B. die Arbeit nach der Zeit differenzieren, bekommen wir die zu den einzelnen Zeitpunkten (Augenblicken) gehörenden Leistungen.

Endlicher Wert: Wert, der zahlenmäßig angebbar ist, also Wert, der weder, wie etwa ein Differential, verschwindend gering noch über alle Maßen groß ist.

Graphische Integration (graphisches Integrieren): Gewinnen des Integralwertes mittels eines zeichnerischen Verfahrens — meist durch Bestimmen der Größe der zugehörigen Fläche.

Integral: Endliche Summe aus zusammengehörigen, unendlich vielen Gliedern, deren jedes verschwindend gering ist. Im einfachen Fall ist jedes Glied das Produkt aus einer Größe mit endlichem Wert und einer Größe mit verschwindend geringem Wert.

Integrationsgrenzen: Grenzen, innerhalb derer die Integration vorgenommen werden soll. Diese Grenzen gelten für die Größe, die als Differential auftritt.

Integrieren (Integration): Bestimmen des Wertes eines Integrals. Indem wir z. B. die Leistung über die Zeit integrieren, erhalten wir die Arbeit.

Die interessante Schaltung

Hi-Fi-Steuerverstärker

Im Ausland ist es vielfach üblich, daß man sich eine Anlage für beste Tonwiedergabe oder eine Musiktruhe „nach Maß" aus im Handel erhältlichen Bausteinen zusammenstellt. Dabei wird für den Nf-Teil ein teilweise ungewöhnlich hoher Aufwand getrieben. Es gibt Steuerverstärker mit umfangreichen Entzerrungs-Netzwerken, die etwa 2 V Steuerspannung für einen nachzuschaltenden Hauptverstärker liefern, ferner AM- und FM-Empfangsvorsätze (sog. „Tuner"), rumpelfreie Präzisionsplattenspieler und hochwertige Lautsprecher-Kombinationen. Das „Herz" einer solchen Anlage bildet stets der Steuerverstärker. Wie wohlüberlegt seine Schaltung ist, erkennt man gut am Beispiel des Revox-Vorverstärkers S 59 A der E l a A G , Zürich.

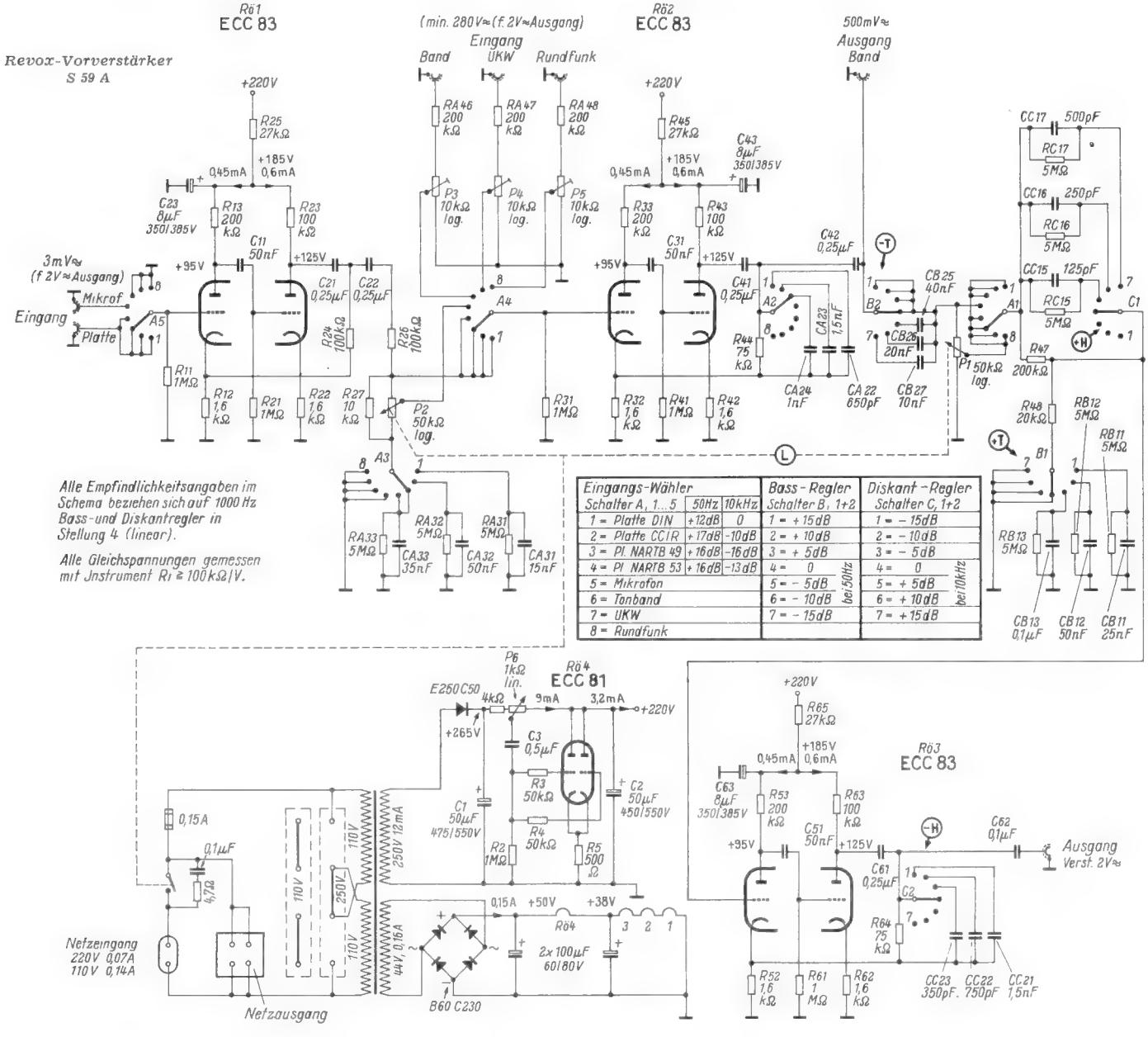
Beim ersten Betrachten erschweren die sechs Triodensysteme sowie die zahlreichen Schalter und Regler den Überblick. Man findet sich aber schnell zurecht, wenn man wie folgt vorgeht: Jede Doppeltriode sehe man zur Vereinfachung als Einzelröhre an. In Wirklichkeit arbeitet zwar jede ECC 83 als zweistufiger RC-Verstärker, aber die beiden Systeme sind jeweils so stark gegengekoppelt, daß die Verstärkung kleiner bleibt als z. B. bei einer einzigen EF 40. Am Beispiel der ersten Röhre kann man die Gegenkopplung gut verfolgen. Hinter C 21 wird ein Teil der Ausgangsspannung abgenommen und über R 24 zurück zum Katodenwiderstand R 12 des ersten Systems geführt. Sinngemäß wird bei den beiden anderen Röhren genauso verfahren.

Diese starke Gegenkopplung bewirkt nicht nur eine hervorragende Linearisierung des Frequenzganges innerhalb der beiden Systeme und sehr hohe Stabilität, sie setzt auch den Ausgangs-Scheinwiderstand so stark herab, daß die Schaltkapazitäten der umfangreichen Netzwerke und der vielen Leitungen zu den Umschaltern keine Höhenverluste mehr verursachen können.

Die zahlreichen Schalter und Regler verwirren gleichfalls. In Wirklichkeit sitzen sie aber auf insgesamt nur vier Bedienungsachsen mit den Funktionen: Eingangsumschalter, Höhenregler, Tiefenregler, Lautstärkeregler. Eigentlich müßte man also die Schaltersymbole durch strichlierte Linien verbinden, um anzudeuten, welche Kontaktsätze zusammengehören. Das erschwert aber die Übersicht noch mehr, so daß es besser ist, sich auf die Wiedergabe des Schalterdiagrammes zu beschränken.

Der Eingangs-Umschalter besitzt acht Schaltstellungen. Stellung 1 bis 4 schalten mit den Kontaktsätzen A 5 und A 4 den dynamischen Tonabnehmer ein. Gleichzeitig werden aber mit A 2 und A 3 Vorentzerrer umgeschaltet, die die verschiedenen Schneidkennlinien korrigieren. Stellung 5 ist für Mikrofon vorgesehen, wobei A 2 und A 3 die Vorentzerrung abschalten. Das Gleiche gilt für die Eingänge 6 bis 8, also für Tonband, UKW und AM-Rundfunk. In diesen drei Schaltstellungen wird mit A 5 der Eingang der ersten Doppelröhre geerdet, um Übersprechen sicher zu unterbinden. Gleichzeitig schleust man die Tonspannung erst auf den Eingang der zweiten Doppeltriode (Kontaktsatz A 4), weil diese drei Quellen Spannungen in der Größenordnung von einigen hundert Millivolt abgeben. Die Vorregler P 3 bis P 5 werden nur einmal bei Inbetriebnahme eingestellt, und zwar so, daß alle Quellen ungefähr gleichen Pegel liefern.

Die eigentliche Lautstärke-Einstellung erfolgt mit dem Doppelpotentiometer P 1/P 2. Bei Mikrofonbetrieb ist P 2 wirksam. Die Regelung erfolgt v o r der zweiten Röhre, um mit Sicherheit Übersteuerungen in dieser Stufe zu vermeiden, wenn gelegentlich große Schallspitzen auftreten.



LORENZ

Für Fernsehen
Rundfunk
Phono

fertigt Lorenz
die wesentlichen Teile
Empfängerröhren
Bildröhren
Ablenkmittel
Lautsprecher
Phonomotoren

C. Lorenz AG Stuttgart

Bei allen übrigen Quellen wird mit P 1 geregelt. Vor der dritten Röhre und demnach auch vor der Hauptentzerrung zweigt der Ausgang für Magnetton-Aufnahme ab. Die Tonaufzeichnung erfolgt also unabhängig von der Einstellung der Hauptentzerrer und des Lautstärkereglers. Das ist wichtig, wenn man z. B. ein Rundfunkprogramm mitschneiden will. Man kann dann Klangfarbe und Lautstärke des Lautsprechers ganz nach Wunsch einstellen und unter Umständen auch während der Darbietung verändern, ohne daß sich das auf die Bandaufnahme auswirkt. Die Vorentzerrer für Schallplattenwiedergabe sind aber trotzdem wirksam, denn sie werden ja in jedem Fall zur Frequenzgang-Korrektur benötigt.

Die Hauptentzerrung erfolgt nicht mit Potentiometern, sondern in je fünf Stufen mit den Umschaltern B 1/B 2 und C 1/C 2. Diese Abstufung ist für die Praxis völlig ausreichend. Obgleich sie wesentlich mehr Aufwand erfordert als ähnliche Schaltungen, die mit Reglern arbeiten, wird sie hier wegen der genauen Reproduzierbarkeit bevorzugt. Mit B 2 werden durch Längskondensatoren die Tiefen geschwächt und beim Weiterdrehen durch B 1 mit Querkondensatoren angehoben. C 2 unterdrückt Höhen nach Art einer Tonblende (Querkondensatoren), während kapazitiv überbrückte Längswiderstände bei C 1 die hohen Töne anheben. Infolge der starken Gegenkopplung liegen die Ausgangswiderstände des Verstärkers unter 5 kΩ, und zwar sowohl der Steuerausgang für den Lautsprecherverstärker als auch der Tonbandausgang. Deshalb können auch längere Leitungen ohne Höhenverlust angeschlossen werden.

Einige Besonderheiten zeigt der Netzteil. Der mit dem Lautstärkeregler gekuppelte Netzschalter ist entstört, um Schaltgeräusche zu unterdrücken, die gerade bei Breitbandwiedergabe ungemein stören. Über den Hauptschalter sind noch zwei weitere Netzausgänge geführt, an die z. B. der Lautsprecherverstärker und Band- oder Plattenspieler angeschlossen werden können.

Für alle Röhren ist Gleichstromheizung vorgesehen; die Heizfäden liegen in Serie um hochohmigere Verhältnisse zu erhalten und deshalb mit kleinen Siebkapazitäten (je 100 µF) auszukommen. Im Anodenspannungsteil bewirkt eine weitere Doppeltriode eine elektronische Stabilisierung, denn bei breitem Frequenzband können sogar Netzstöße zur Übersteuerung der Endstufe führen. Die als Kapazität geschaltete Röhre entspricht in ihrer Wirkung einem Kondensator von 10 000 µF.

Über den zugehörigen Endverstärker berichten wir in einer der nächsten Nummern.

Fritz Kühne

Betriebsmäßige Temperaturkontrolle von Einzelteilen und Geräten

Das in der FUNKSCHAU 1954, Heft 22 und 1955, Heft 5, beschriebene Verfahren, Temperaturerhöhungen durch Widerstandsänderung von zusätzlichen Drahtwicklungen zu ermitteln, ist grundsätzlich möglich. Es hat seine Berechtigung dort, wo man mit Thermometern, Thermoelementen oder dem hier beschriebenen Verfahren nicht an die zu messende Stelle herankommt, wie z. B. bei Motor- oder Transformatorwicklungen. Dort hat sich die Bestimmung der Temperatur über den Umweg der Messung der Widerstandsänderung der Wicklung bewährt. In speziellen Anordnungen werden damit Leistungen im Bereich von 0...3000 MHz mit einer Ablesbarkeit von 1 mW gemessen, indem man über den Umweg einer Meßwicklung die Temperaturänderung eines angepaßten Abschlußwiderstandes kontrolliert (z. B. beim Leistungsmesser Typ NRD von der Firma Rohde & Schwarz).

Tabelle der Thermocolor-Farben

Nr.	Ausgangsfarbe	Umschlagfarbe	Umschlagtemperatur in °C
Mit einem Farbumschlag			
1	rosa	blau	40
2	hellgrün	blau	60
2a	rosa	blau	80
2b	rosa	lila	95
3	gelb	violett	110
4	purpur	blau	140
4a	blaugrün	schwarz	165
5	weiß	braun	175
6	grün	braun	220
7	gelb	rotbraun	290
8	weiß	braun	340
9	grün	weiß	440
10	rot	gelb	560
Mit zwei Farbumschlägen			
20	hellrosa	hellblau	65
	hellblau	hellbraun	145
21	graugrün	gelb	145
	gelb	schwarzbraun	220
22	blaugrün	gelbbraun	190
	gelbbraun	schwarz	330
25	rosa	lila	55
	lila	blau	85
Mit drei Farbumschlägen			
30	graugrün	hellblau	65
	hellblau	olivgrün	145
	olivgrün	schwarzbraun	220
Mit vier Farbumschlägen			
41	hellgrün	hellblau	65
	hellblau	gelb	145
	gelb	schwarz	220
	schwarz	schwarzbraun	340

Man nützt in diesem Falle die Eigenschaft mancher Farbstoffe aus, ihre Farbe beim Erreichen einer bestimmten Temperatur zu ändern. Unter gewissen Voraussetzungen beträgt die Genauigkeit dieser Temperaturbestimmung ± 5° C und die Ablesung kann auch dann noch vorgenommen werden, wenn die Teile bereits wieder erkaltet sind. Da man tunlichst mit den Temperaturen für die Einzelteile unter der höchstzulässigen Grenze bleibt, ist die angegebene Toleranz genügend eng. Manche der Farben gehen nach längerer Einwirkung durch die Luftfeuchtigkeit oder durch Anfeuchten mit Wasser sofort wieder in den ursprünglichen Zustand zurück. Sie können dann von neuem erwärmt und verwendet werden.

Zur Messung von Temperaturen an Flächen werden die von der BASF herausgebrachten „Thermocolor"-Farben verwendet. In der **Tabelle** ist eine Übersicht über die einzelnen Sorten gegeben.

Zum Gebrauch werden die in Pulverform gelieferten Farben mit Spiritus angerührt, wobei auf 100 Gewichtsteile Farbe 60 bis 80 Teile Spiritus kommen. Soll nicht mit dem Pinsel sondern mit einer Spritzpistole gearbeitet werden, so wird entsprechend stärker verdünnt. Der zu bestreichende Untergrund soll gut entfettet sein. Man trägt die Farbe dünn auf, kann aber durch mehrere Anstriche übereinander stärkere Deckung erzielen. Bevor Erwärmungsversuche unternommen werden, soll der Anstrich eine halbe Stunde trocknen.

Bei der Verarbeitung ist die Feuergefährlichkeit der in Spiritus gelösten Farben zu beachten, bei einigen der Farbstoffe auch deren Giftigkeit, da sie Bleiverbindungen enthalten.

Die in der Tabelle angegebenen Temperaturen beziehen sich auf eine Anwärmzeit von 30 Minuten, der Farbumschlag erfolgt, sobald die betreffende Temperatur erreicht ist. Tritt die Erwärmung schneller auf, dann ist die Umschlagtemperatur etwas höher als angegeben und umgekehrt ist es, wenn die Aufheizung langsamer erfolgt.

Aus der Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten lassen sich nur wenige als Beispiele herausgreifen. In Geräten mißt man die Erwärmung von Transformatorenkernen, Gleichrichtern, Elektrolytkondensatoren, Röhrenkolben u. a. m. Auch die Wärmeverteilung an Elektroherden oder Backhauben interessiert manchmal, wenn man den Wirkungsgrad verschiedener Fabrikate vergleichen will.

Sieht man sich völlig unbekannten Verhältnissen gegenüber, so empfiehlt sich die Verwendung solcher Thermocolore, die im Verlauf ansteigender Temperaturen ihre Farbe mehrfach ausgeprägt wechseln. So kann man z. B. mit Nr. 41 beginnen (Tabelle), schaltet das betreffende Gerät ein und beobachtet mit gleichzeitiger Zeitkontrolle das Umschlagen der Farben. Zunächst verwandelt sich die ursprünglich hellgrüne Substanz in eine hellblaue. Die Zeit wird gestoppt und weiter verfolgt, wie sich der Umschlag nach gelb vollzieht. Auch diese Umschlagszeit wird notiert, ebenso beim Umschlag nach schwarz.

In ein rechtwinkliges Koordinatensystem trägt man auf der waagrechten Achse die Zeit und auf der senkrechten Achse die Temperaturen auf. Da die drei Umschlagstemperaturen von Nr. 41 aus der Tabelle bekannt sind, läßt sich eine Kurve zeichnen, aus der man durch Extrapolation die Endtemperatur des Körpers ermitteln kann. Im gegebenen Beispiel weiß man, daß bei Schwarzfärbung 220° C überschritten sind. Aus der Kurve soll eine Endtemperatur von 270° ermittelt worden sein. Durch Anwendung der Thermocolorfarbe Nr. 7 läßt sich nun nachprüfen, daß 290° C nicht überschritten werden. Auch lassen sich mehrere Farbtupfen der verschiedenen Farbtypen nebeneinander auf verschiedene Einzelteile auftragen, so daß nach einem einzigen Erwärmungsvorgang festgestellt wird, welche Einzelteile wegen Überschreitung der Betriebstemperatur für die endgültige Konstruktion ihren Platz wechseln müssen.

Wenn es darum geht, kleine Teile rasch auf ihr Temperaturverhalten zu untersuchen, erweisen sich die „Thermochrom"-Stifte als sehr vorteilhaft. Es gibt davon eine Reihe von Stufen zwischen 65° und 600° C. Ihre Handhabung ist sehr einfach. Man macht einen Strich auf den erwärmten Gegenstand und sieht nach wenigen Sekunden den Farbumschlag.

Folgende Typen gehen unter der Einwirkung der Luftfeuchtigkeit in den Ursprungszustand zurück:

Nr. 1, 2, 2a, 2b, 3 und 25.

Giftige Bleiverbindungen sind enthalten in:

Nr. 11, 20, 21, 22, 30 und 41.

Über die Anwendung in Gas-Atmosphäre gibt die von der BASF herausgegebene Druckschrift „Die Temperaturmessung mit Thermocolor und Thermocrom" Auskunft.

Walter A. Gmelin

Hersteller der Thermocolor-Farben: Badische Anilin- und Soda-Fabrik (BASF), Ludwigshafen.

Hersteller der Thermocrom-Stifte: A. W. Faber, Castell-Bleistiftfabrik A.G. Stein bei Nürnberg. (Die Stifte sind in Geschäften für Zeichenbedarf vorrätig.)

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Versagen des UKW-Bereiches

Der ausgezeichneten S a b a - Kundendienstschrift KD 14 entnehmen wir folgenden besonderen Reparatur-Hinweis:

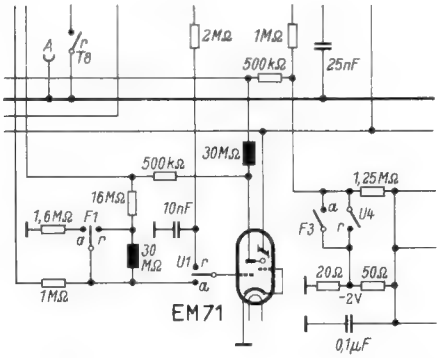


Bild 1. Teilbild der Rauschunterdrückungsschaltung beim Gerät Bodensee W III. Die durch schwarze Rechtecke gekennzeichneten 30-MΩ-Widerstände sind auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen

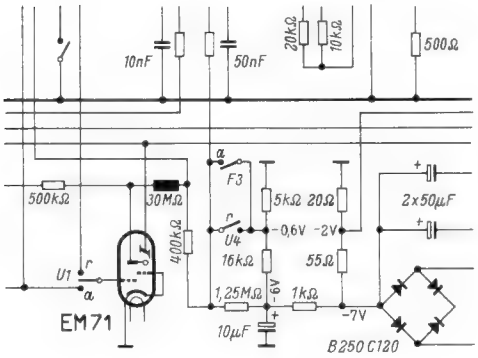


Bild 2. Teilbild der Rauschunterdrückungsschaltung des Freiburg W III

Die Geräte Bodensee W III und Freiburg W III besitzen eine UKW-Rauschunterdrückungsschaltung, in der hochohmige 30-MΩ-Widerstände verwendet wurden **(Bild 1** und **2)**. Vereinzelt werden diese Widerstände schadhaft. Dies macht sich dadurch bemerkbar, daß nur noch UKW-Empfang möglich ist, wenn die Taste „Rauschunterdrückung" gedrückt ist. Zur Abhilfe sind die 30-MΩ-Widerstände durch zwei in Reihe geschaltete 15-MΩ-Widerstände zu ersetzen, die vom Werk bezogen werden können.

Ermittlung von thermischen Fehlern

Bei einem Rundfunkempfänger stellte sich folgender Fehler ein: Das Gerät arbeitete anfangs auf allen Bereichen normal. Während die klassischen Wellenbereiche auch später einwandfrei funktionierten, begann der UKW-Teil nach einiger Zeit in Eigenschwingung zu geraten und zwar von einem Bereichsende zum andern langsam fortschreitend. Das äußerte sich so, daß das Magische Auge sich völlig schloß und kein Sender mehr zu hören war, der in dem schwingenden Teil des Bereiches lag. Nach einigen Stunden war das ganze UKW-Band zugestopft.

Die Röhren im Gerät waren einwandfrei und auch eine Überprüfung des UKW-Zf-Teiles ergab dessen einwandfreie Funktion. Nun konnte der Fehler nur noch in der in einem Metallkästchen untergebrachten UKW-Oszillator- und Vorkreis-Einheit zu suchen sein. Als das Gerät nach völliger Abkühlung wieder einwandfrei arbeitete, wurde, da ein thermischer Fehler vermutet wurde, nach Abnahme des Abschirmdeckels der UKW-Einheit mit Hilfe einer Heißluftdusche warme Luft in den UKW-Teil hineingeblasen.

Nach sehr kurzer Zeit geriet das Gerät in Eigenschwingung, das Magische Auge schloß sich. Beim Einblasen von kalter Luft hörte diese Erscheinung nach kurzer Zeit auf. Es mußte sich also unter Temperatureinwirkung ein Einzelteil stark elektrisch verändern. Nun war der Fehler lokalisiert und es mußten die einzelnen in Frage kommenden Kondensatoren auf ihre Wärmeempfindlichkeit überprüft werden. Das geschieht am einfachsten mit Hilfe eines Lötkolbens, dessen heiße Spitze man abwechselnd unter die Einzelteile hält und sie so erwärmt. Sehr bald wurde dann auch ein schadhafter Kondensator als Fehlerursache festgestellt, nach dessen Auswechslung das Gerät einwandfrei arbeitete.

Auf gleiche Weise wurde auch ein Fehler im Zeilenkippteil eines Fernsehgerätes beseitigt, der sich folgendermaßen zeigte: Das Gerät arbeitete immer ca. eine Stunde einwandfrei, dann lief die Zeilenfrequenz nicht mehr synchron (feine schräg laufende Zeilen auf dem Bild). War die Zimmertemperatur wesentlich höher oder tiefer als normal, veränderte sich die Zeitspanne für die normale Funktion, was wieder auf einen thermischen Fehler schließen ließ. Bei einer Untersuchung des Zeilenkippteiles nach der oben beschriebenen Methode wurde dann auch sehr schnell ein die Zeilenfrequenz bestimmender Kondensator als Fehlerquelle gefunden.

Eckart Ehms

„Gewußt wo" – das ist für den tüchtigen Radio-Instandsetzer zum geflügelten Wort geworden. Sobald der Fehler entdeckt ist, hat er seinen Schrecken verloren. So muß ein Leitfaden der Radio-Reparatur vor allem eine Anleitung zum Auffinden der Fehler sein. Darüber hinaus will das vorliegende Buch zum systematischen, sauberen und damit erfolgreichen Arbeiten erziehen: Der Radio-Instandsetzer, der dieses Buch zu seinem Katechismus erwählt, stellt seinen Auftraggeber mehr zufrieden, als ein Durchschnitts-Techniker; er sorgt durch Qualitäts-Reparaturen für zufriedene Kunden und schafft so das Vertrauen, das der Laie genau wie zum guten Uhrmacher auch zum soliden fachkundigen Radio-Instandsetzer haben soll.

Dieses Fachbuch wendet sich an alle Rundfunkmechaniker und -Techniker, die sich mit der Reparatur von Rundfunk-AM- und FM-Empfängern beschäftigen. Es vermittelt die Erfahrungen vieler Berufsjahre und gibt so vor allem dem jüngeren Techniker ein schätzenswertes Werkzeug in die Hand. Dieser „Leitfaden" gehört auf jeden Reparaturtisch neben die Röhrentabelle und Schaltungssammlung, um in einfachen wie schwierigen Fällen jederzeit bereitwillig Auskunft zu geben.

DR. ADOLF RENARDY, **Rundfunkmechanikermeister**

LEITFADEN DER RADIO-REPARATUR

288 Seiten mit 147 Bildern und 14 Tabellen. In Ganzleinen und Schutzumschlag **17 DM**

Zu beziehen durch den Buch- und Fachhandel und vom

FRANZIS-VERLAG, MÜNCHEN

Tonfrequenz-Volt- und Amperemeter

Unter der Bezeichnung TVA-50 stellt die Firma Wandel u. Goltermann ein röhrenloses, empfindliches und zweckmäßiges Meßgerät **(Bild)** für Spannungen und Ströme im Gebiet von 30 Hz bis 20 kHz her. Es kann bei zahlreichen Untersuchungen, wie Verstärkungs- und Dämpfungsmessungen, Frequenzgang-, Lautsprechermessungen usw. mit Erfolg eingesetzt werden. Im Gegensatz zu den üblichen Diodenvoltmetern arbeitet es als Flächengleichrichter, wodurch nichtlineare Verzerrungen der Meßspannung oder des Stromes vermieden werden. Außerdem ist die Spannungsempfindlichkeit sehr groß. Werte von 10 mV sind noch sicher meßbar. In der Gegentakt-Kristalldiodenschaltung ist im Bereich von 10° C bis + 30° C die Temperaturabhängigkeit kleiner als 0,1 % pro Grad Celsius. Der Frequenzgangfehler ist von 30 Hz bis 15 kHz kleiner als ± 1 %, bei 20 kHz kleiner als ± 2 %.

Gegenüber Röhrenvoltmetern ist besonders die Unabhängigkeit vom Lichtnetz bei diesem Gerät von Vorteil. Es läßt sich so einfach wie ein normales Vielfach-Meßinstrument im gesamten Nf-Gebiet verwenden.

Tonfrequenz-V-A-Meter von Wandel & Goltermann

Meßbereiche (Vollausschlag)

Spannung	0,1	0,3	1	3	10	30	100	300	V
Eingangswiderstand	≧ 250 Ω	≧ 2,2 kΩ	5	15	50	150	500	1500	kΩ
Strom	1	3	10	30	100	300	1000		mA
Spannungsabfall	←			0,1			→		V

Meßunsicherheit im Bereich 0,1 V bis 1 kHz ± 2 % v. Endwert
Fehler der Bereichumschaltung bei 1 kHz ≦ ± 1 %
Frequenzgangfehler (30 Hz...20 kHz) ≦ ± 2 %

Hersteller: Wandel u. Goltermann, Reutlingen/Württ.

Neues Draht-Diktiergerät

Nach zweijähriger Entwicklungsarbeit, bei der alle Erfahrungen in der Herstellung von Studio-Tonbandgeräten mit ausgewertet wurden, entstand das Draht-Diktiergerät „Klein-Reporter" der Firma E. Vollmer, Eßlingen-Mettingen. Das Gerät enthält die Röhren EF 40, EAF 42 und EL 42. Eine interessante schaltungstechnische Besonderheit ist, daß die EL 42 bei der Aufnahme sowohl als Hf-Generator als auch als Endstufe für die Tonfrequenz arbeitet. Große Sorgfalt wurde auf die Durchbildung des Laufwerks verwendet; die magnetischen Kupplungen sind so ausgelegt, daß beim Verwenden der vorgeschriebenen Spulen Drahtrisse unmöglich sind und hohe Betriebssicherheit erreicht wird. Bei der Aufnahme wird der Klein-Reporter mit fünf Drucktasten bedient, während man bei der Wiedergabe einen Fußschalter benutzen kann. Beim Loslassen des Fußschalters läuft der Draht ein genau einstellbares Stück rückwärts, wobei die letzten Silben des Diktates wiederholt werden. Nachträgliche Korrektur ist jederzeit möglich, wobei ein Zählwerk leichtes Auffinden der betreffenden Stelle sichert. Betrieb aus Batterien oder dem Gleichstromnetz kann über Wechselrichter erfolgen.

Tapex-Kleberollen

Eine zweckmäßige Abrollvorrichtung für die praktischen durchsichtigen Scotch-Cellulose-Klebebänder lernten wir im Tapex-Abroller kennen. Das Band braucht überhaupt nicht mit den Fingern berührt zu werden. Der Anfang liegt entweder mit der Klebeseite frei oder — geschützt vor Staub und Schmutz — im Innern des Kunststoffgehäuses. Der Abroller wird einfach aufgesetzt und bis zur benötigten Länge weitergeführt. Mit einem Fingerdruck auf die Abschneidevorrichtung wird der Streifen durchgetrennt **(Bild)** und der neue Anfang sofort wieder in die gebrauchsfertige Stellung geschoben. Überall, wo man bisher mit Feuchtklebestreifen arbeitete, bringt der neue Abroller wesentliche Vorteile, besonders dort, wo viel zu kleben ist (Versand) oder sehr sauber geklebt werden muß (Zeichnungsregistratur und Lichtpauserei). Der Preis des unzerbrechlichen rotbraunen Abrollers für 12 mm breite Klebestreifen beträgt 15 DM. Eine Kleberolle dazu, 25 m lang, kostet 1.58 DM. Der Abroller ist in Kürze auch für 19 mm breites Klebeband erhältlich, die entsprechende Rolle wird zu 2.20 DM verkauft. Vertrieb: 3 - M - Company mbH, Düsseldorf-Reisholz.

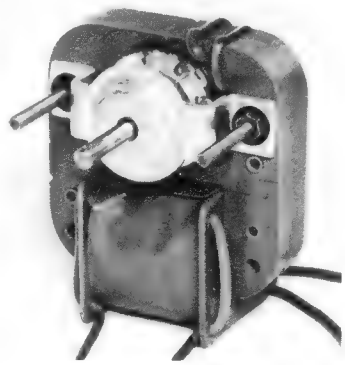
Tapex-Kleberolle mit automatischer Abschneidevorrichtung

Kleinstmotoren für Plattenspieler

Kürzlich überraschte die Firma Lorenz, die bis dahin auf diesem Gebiet noch nicht hervorgetreten war, die Fachwelt mit einem sehr sorgfältig durchkonstruierten Plattenspieler (FUNKSCHAU 1955, Heft 8, Seite 162). Der Antriebsmotor hierfür stammt aus einer Reihe von Kleinstmotoren, die im Werk Landshut der C. Lorenz AG hergestellt werden.

Es handelt sich bei diesem Spaltpolmotoren der Baureihe EM 3 um zweipolige selbstanlaufende Kurzschlußläufer-Motoren zum Anschluß an Einphasen-Wechsstromnetze. Sie zeichnen sich durch gleichförmige Drehzahl und weitgehende Unabhängigkeit von Netzspannungsschwankungen bei hohem Anzugsmoment, geräuscharmen Lauf und wartungsfreien Betrieb aus. Sie sind deshalb besonders geeignet für Plattenspieler und Plattenwechsler, Magnettongeräte, Fernsteuer- und Regeleinrichtungen, Programmsteuerungen, schreibende Meßgeräte.

Es werden vier Baugrößen hergestellt. Sie unterscheiden sich bei gleichen Abmessungen der verwendeten Ständer- und Läuferbleche nur in der Pakethöhe. Die **Tabelle** gibt die wichtigsten Daten für Dauerbetrieb. Im Kurzzeitbetrieb lassen sich noch wesentlich höhere Leistungen entnehmen.



Lorenz-Kleinstmotor

Typengröße		EM 301	EM 302	EM 303	EM 304
Pakethöhe	mm	15	20	30	45
Nennmoment	cmg	55	95	265	460
Anlaufmoment	cmg	65	100	300	400
Nenndrehzahl	U/min	2600	2600	2600	2600
Nennleistung	W	1,5	2,5	7	12
Nennleistungsaufnahme	W	12	16	44	60
Max. Leistung	W	2,2	3,1	8,6	14,3

Neuerungen

Lesto-Bohrpistole Typ GEK 5 ist eine handliche, leichte Bohrmaschine für den Handwerker und den Monteur. Sie besitzt einen pistolenartigen Griff, der gut in der Hand liegt. Der Allstrommotor nimmt 250 W auf und ist für 110 V oder 220 V lieferbar.

Das Gerät ist rundfunkentstört, schutzgeerdet und mit dreiadrigem Anschlußkabel und Schukostecker versehen. Die Bohrleistung beträgt 8 mm in Stahl. Im Leerlauf dreht sich die Bohrspindel mit 1450 U/min, bei Last mit 740 U/min. Gewicht mit Bohrfutter 1,7 kg. Vertrieb: Robert Bosch GmbH, Stuttgart.

Helipot-Wendelpotentiometer. Für Meßgeräte und elektronische Einrichtungen sind Drahtpotentiometer wegen ihrer höheren Konstanz und Genauigkeit vorzuziehen. Eine besonders feinstufige Regelung ergeben Wendelpotentiometer, bei denen eine lange Widerstandsbahn schraubenförmig aufgewickelt und abgetastet wird. Die Heliopot Corporation USA fertigt solche Präzisionspotentiometer in allen Ausführungen mit linearem oder nichtlinearem Widerstandsverlauf. So gibt es Modelle mit 3, 10, 15, 25 und 40 Umläufen. Ein Miniaturmodell mit 10 Umläufen hat nur 22,2 mm Durchmesser bei 38 mm Länge. Dabei ist die Widerstandsbahn 457 mm lang. Sämtliche Ausführungen werden mit Zentralbefestigung oder Servo-Flansch für automatische Betätigung durch Stellmotore usw. geliefert. Vertrieb für Deutschland: Preh, Elektrofeinmechanische Werke, Bad Neustadt/Saale.

Werks-Veröffentlichungen

Kundendienstschrift KD 14. Guter Kundendienst verlangt sorgfältig durchgebildete Reparaturanleitungen. Ein Musterbeispiel hierfür ist die Kundendienstschrift KD 14 für Saba-Geräte aus dem Baujahr 1953/54. Sie enthält Schaltbilder, Schnurlaufbilder, Abgleichanleitungen, Ersatzteillisten, Gerätebeschreibungen und anderes. Bei dem verwendeten Querformat liegen Schaltbild und Abgleichanleitung in gleicher Blickrichtung. Infolge der Plastik-Ringheftung können nicht benötigte Blätter um 360° nach hinten geklappt werden, so daß Platz auf dem Werktisch gespart wird (Saba GmbH, Villingen/Schwarzwald).

Technischer Informationsdienst. Bei der Vielzahl technischer Zeitschriften ist es dem Einzelnen ganz unmöglich, sämtliche Zeitschriften zu beziehen und laufend durchzuarbeiten und auszuwerten. Der „Informationsdienst Technik und Wirtschaft" hat es daher übernommen, aus allen wichtigen technischen Auslandszeitschriften Kurzreferate auszuarbeiten und sie in einem besonderen Blatt laufend zu veröffentlichen. Dieser „Informationsdienst Technik" erscheint ab Juli d. J. in wesentlich erweiterter und verbesserter Form in Buchdruck. Eine kostenlose Monatslieferung wird auf Anforderung gewährt. (Informationsdienst Technik und Wirtschaft, Berlin SO 36, Oranienstraße 6)

FRANZIS-FACHBÜCHER FÜR RADIO- UND FERNSEHTECHNIK

Neuerscheinungen

ING. LUDWIG RATHEISER
RÖHREN-HANDBUCH
296 Seiten, 22 x 30 cm, 2500 Bild. In Plastik-Ringbind. **24 DM**

DR. ADOLF RENARDY
LEITFADEN DER RADIO-REPARATUR
288 Seiten, 147 Bilder, 14 Tabellen. In Ganzleinen **17 DM**

DIPL.-ING. GEORG ROSE
FORMELSAMMLUNG FÜR DEN RADIO-PRAKTIKER
144 Seiten, 170 Bilder. Karton. **4.20 DM**, in Ganzl. **5.60 DM**

Neuauflagen

DR. RUDOLF GOLDAMMER
DER FERNSEH-EMPFÄNGER
2. Aufl., 184 Seiten, 275 Bilder, 5 Tab. In Ganzleinen **14 DM**

DIPL.-ING. F. W. BEHN u. WERNER W. DIEFENBACH
DIE KURZWELLEN
4. Aufl., 256 Seiten, 337 Bild., viele Tab. In Ganzl. **16 DM**

ING. OTTO LIMANN
FUNKTECHNIK OHNE BALLAST
3. Aufl., ca. 240 Seiten, 393 Bilder. In Ganzleinen ca. **14 DM**

Taschen-Lehrbücher

FERDINAND JACOBS
LEHRGANG RADIOTECHNIK
4. Auflage
256 Seiten, 220 Bilder, viele Tabellen. In Ganzleinen **6.80 DM**

P. MARCUS
KLEINE FERNSEHEMPFANGS-PRAXIS
2. Auflage
192 Seiten, 189 Bilder (300 Einzelbilder). In Ganzl. **5.60 DM**

DR.-ING. FRITZ BERGTOLD
MODERNE SCHALLPLATTENTECHNIK
192 Seiten, 244 Bilder. In Ganzleinen **5.60 DM**

Populäre Technik

KARL TETZNER und DR. GERHARD ECKERT
FERNSEHEN OHNE GEHEIMNISSE
168 Seiten, viele Bilder. Kartoniert **5.90 DM**

DR.-ING. HANS KNOBLOCH
DER TONBAND-AMATEUR
88 Seiten, 25 Bilder, Kartoniert **4.20 DM**

RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI

TECHNIKUS-BÜCHEREI

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN

Transistor-Empfänger E 551

In der FUNKSCHAU-Bauanleitung für einen einfachen Transistor-Empfänger (FUNKSCHAU 1955, Heft 17, Seite 383) besitzt in der Schaltung Bild 17 die Spule des zweiten Abstimmkreises eine Anzapfung. Sie wurde vorgesehen, um die Dämpfung durch den angeschlossenen Diodenkreis möglichst gering zu halten. Versuche ergaben, daß diese Anzapfung bei 50% der Gesamtwindungszahl gelegt werden kann, ohne daß ein Lautstärkeverlust wahrzunehmen ist. Bei den verwendeten Vogt-Topfkernen ist also die Spule bei etwa 40 Windungen, d. h. zwischen der zweiten und dritten Kammer des Spulenkörpers anzuzapfen.

NEU:

Miraphon 11, der ELAC-Spieler mit ELAC-Magnet-Ton-System!

Informieren Sie sich bitte sogleich über diesen neuen Plattenspieler mit der Natur-Ton-Wiedergabe durch das ELAC MST 2 und dem Phono-Vorverstärker ELAC PV 1.

Lassen Sie sich bitte aus unserem Kieler Werk auch Druckschriften über MIRACORD 5, 6 und 8 sowie MIRAPHON 10 kommen.

Es hat sich bei Musikmöbel-Interessenten inzwischen herumgesprochen: Erst einmal hineingeschaut, ob ein ELAC eingebaut.

ELAC ELECTROACUSTIC GMBH KIEL

Führende **brit. Fabrik elektron. Geräte** bietet erstklassigen

Entwicklungs-Ingenieuren

für

1. **Fernseh-Empfänger**
2. **Elektronische Geräte**

interessante und gut bezahlte Tätigkeit in London.

Erfahrene Ingenieure mit guten theoretisch. u. prakt. Kenntnissen können ihre Unterlagen einschließlich vollständiger Angaben über ihren Lebenslauf einreich. an Box 894, Dorland Advertising Ltd., 18-20, Regent Str., London S. W. 1, ENGLAND

Für die Entwicklung und Fertigungsüberwachung wird von einer Spezialfabrik für statische Kleinkondensatoren in südwestdeutscher Großstadt ein

Kondensatoren-Fachmann

(möglichst Ingenieur)

gesucht. Geboten wird selbständiges Arbeiten bei guten Fortkommensmöglichkeiten. Jüngere, talentierte Kräfte, die **Erfahrungen** auf dem Gebiet der Entwicklung und Fertigung von Kondensatoren besitzen, werden bevorzugt. Eine Wohnung kann gegebenenfalls gestellt werden.

Ausführliche Bewerbungen mit Lichtbild u. einer Darstellung der gegenwärtigen Tätigkeits- u. Gehaltsverhältnisse werden bei Zusicherung diskreter Behandlung erbeten unt. Nr. 5947 S

TELEFUNKEN

sucht für das

Magnetton-Laboratorium

INGENIEURE

für die Arbeitsgebiete | **Verstärker**, **Laufwerke**, **Meßtechnik**

Herren mit guten Grundkenntnissen und leichter Auffassungsgabe bieten wir vielseitige und interessante Tätigkeit. Schriftl. Bewerbungen an: **TELEFUNKEN** G.m.b.H. Gerätewerk Hamburg, HAMBURG 27 · Billhorner Canalstraße 13

Tüchtiger, selbständiger

Rundfunk-Mechaniker

perfekt in Reparatur u. Kundendienst in gutbezahlte Dauerstellung gesucht.

Radio-Ing. FÜG, Krumbach/Schwaben

Werk für industrielle Elektronik in Aachen

sucht 2 Rundfunkmechaniker f. Schalt- und Meßarbeiten im Labor. Bewerbungen mit vollständig. Unterlagen unter Nr. 5946 D

Suche für sofort nach Niederbayern tüchtigen ehrlichen

Radiomechaniker

mit guten Charaktereigenschaften, welcher an selbständiges Arbeiten gewöhnt ist. Bei freier Kost und Wohnung im Hause. Angebote unter Nr. 2859

RUNDFUNK-MECHANIKER-MEISTER

ledig, eventuell ohne persönliche Bindungen, Respektsperson, gute Umgangsformen und Schulbildung, organisatorische Fähigkeiten, korrekt, sauber, ehrlich, gute Zeugnisse und Referenzen, Kenntnisse auf dem FS-Gebiet, zum selbständigen Leiten einer Rundfunk-Reparatur-Werkstatt mit 2 Lehrlingen in Rundfunk-Fachgeschäft im Landkreis Hannover gesucht; event. Teilhaberschaft und spätere Übernahme des Geschäftes; einige tausend DM erwünscht aber nicht erforderlich; Kost und Logis; Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnis-Abschriften, Lichtbild, Gehaltsforderungen und Angabe des frühesten Antrittstermins unter Nr. 5945 H

Radio-Fernseh-Techniker

Werkstattleiter

32, verheiratet, mit allen vorkommenden Arbeiten vertraut, sucht ausbaufäh. Dauerstellung, In- oder Ausland. Augenblicklich in ungekündigter leitender Stellung tätig.

ANGEBOTE erbeten unter Nummer 5943 K

RADIO- u. FERNSEH-TECHNIKERMEISTER

25 Jahre, z. Z. in ungek. Stellung im Fernseh-Service tätig, sucht sich zum 15. 10. 55 nach Süddeutschl., bevorzugt Schwarzwald oder Bodensee, zu verändern.

Ang. mit Gehaltsvorschlägen unt. Nr. 5948 F

Als Hersteller elektronischer Meß-, Steuerungs- und Zählgeräte suchen wir sofort für das gesamte Bundesgebiet befähigte und bei Industrie und Behörden gut eingeführte Vertreter.

Ausführliche Zuschriften sind zu richten an FUNKTECHNIK G. m. b. H. München 25 Badstraße 7

RUNDFUNK-FERNSEHTECHNIKER

18jährige Praxis in Reparaturen aller Typen, Kundendienst, Verkauf, Werkstattleitung, sucht passende Stellung ab 1. 10. 1955. Gegend gleich. Alter 43 Jahre.

Angebote unter Nummer 5942 M erbeten

Lautsprecher und **Transformatoren**

repariert in 3 Tagen gut und billig

RADIO ZIMMER

SENDEN / Iller

KLEIN-ANZEIGEN

Anzeigen für die FUNKSCHAU sind ausschließlich an den FRANZIS-VERLAG, (13 b) München 2, Luisenstraße 17, einzusenden. Die Kosten der Anzeige werden nach Erhalt der Vorlage angefordert. Den Text einer Anzeige erbitten wir in Maschinenschrift oder Druckschrift. Der Preis einer Druckzeile, die etwa 25 Buchstaben bzw. Zeichen einschl. Zwischenräumen enthält, beträgt DM 2.—. Für Zifferanzeigen ist eine zusätzliche Gebühr von DM 1.— zu bezahlen.

Zifferanzeigen: Wenn nicht anders angegeben, lautet die Anschrift für Zifferbriefe: FRANZIS-VERLAG, (13 b) München 2, Luisenstraße 17.

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Ingenieur, 39 J., unverh., seit 6 J. selbst. in Rundfunktechnik, Ela u. Schwerhörigen-Ger., Kenntn. i. Fernsehen, sucht Stelle als Betriebsleiter oder als Serv.-Ing. f. d. kfm.-techn. Dienst, mögl. i. Bez. Rhein-Main. Eig. PKW. Angebote unter Nr. 5940 D

Vertreter gesucht im ganz. Bundesgebiet f. Verkauf neuart. Prüfgeräte an Groß- und Einzelhandel. Konkurrenzlos! Ang. u. 5941 B

VERKAUFE

Räumung: Fernseh- u. Radiobauteile spottbillig. J. Ing. Marten, Buer in Westf., Ecke Hoch-Ophof-Straße

Sender 75 W quarzgest. betriebskl., 3,5...16 MHz m. 2 × 807, 1 × 6 AG 7, 1 × 6 N 7, 1 × 5 Z 3, 2 × VR 150 u. Empfänger HRO kompl. Preisangeb. unt. Nr. 5950 F

50 kg Radiobastlermat. (Ltspr., Trafos, Drehkos, Plattensp.) 70.—, 210 Röhren A, E, USA, 100% 700.—, 1 FS Mende-Diplomat mit Gar. 640.—. Div. Radioapp., Meßinstr. usw. Liste anfordern. Sierenberg, Frohnhausen/Dill.

Weg. Geschäftsaufgabe im Raum Hannover — Hamburg spottbill. abzugeb.: 6 Mechanikertische, 200 gebrauchsfähige Röhren, gebr. Radio-App., Umform., Werkzeuge, Instrum. Zuschr. u. Nr. 5937 L

Weg. Lagerräumung z. verk.: Magnettonband a. Plexiglasspule 180 m DM 7.—, dto. a. Plexiglassp. 350 m DM 12.—, für 19 cm u. weniger Geschw. dto. freitrag. auf 70 mm Kern, 1000 m DM 14.-, f. 76 u. 38 cm Geschw. Zuschr. unter Nr. 5610 V

Verkaufe oder tausche gegen Magnettonbandgerät 25 W Verstärker mit Lichttonanschluß, eingeb. Kontrollspr. Fernregler mit 30-W-Lautspr.-Säule kompl. spielfertig DM 350.—, Ohmmeter 0 bis 5 MΩ DM 60.—. Angeb. unt. Nr. 5951 H

Musikbareinrichtung, 3teilig, m. 3 Paar Stielhörern, 3 Stck. Philips-Plattenspieler mit Verstärker; anschlußfertig wegen betrieblich. Umstellung **preisgünstig** zu verkaufen. Außerdem: kompl. Großlautsprecheranlagen. Anfr. unter Nr. 5949 A

Kleine neuwert. Präz.-Leitsp.-Drehbank, mit sämtl. Zubehör, sehr preiswert u. Nr. 5938 K

SUCHE

Labor-Meßgeräte usw. kft. lfd. Charlottenbg. Motoren, Berlin W 35

Wir suchen Röhren u. Stab. STV 75/15, 150/15, 280/40, 280/40 Z, 280/80, 280/80 Z, 280/150, 600/200. Röhr. AS 1010, AX 50, AZ 50, C 3 m, DG 7/1, DG 7/2, DG 9/3, DG 9/4, HR 1/60/05, HR 2/100/1,5, LB 1, LB 8, LD 1, LD 2, LG 12, LS 50, LV 30, LK 199, RG 12 D 300, RS 207, RS 337, RS 384, RV 210, Sd 1 A, 18042, EW 85/255/0,06, Wehrmachtskleinmot. Type 5706 A - 2, Radio-Fett, Bln.-Charlottenburg 5, Wundtstr. 15

Suchen: Röhren RV 2,4 P 700. Ang. an Albin Sprenger KG, St. Andreasberg/Harz, Postfach 17

Röhren-Angeb., ganze Restposten stets erw. Großvertreter Hacker, Berlin - Neukölln, Silbersteinstraße 5/7

Telegrafenrelais, Bosch MP-Kondensatoren u. Röhren kauft Nadler, Berlin-Lichterfelde, Unter den Eichen 115

Radio-Röhren, Spezial-Röhren, kft. geg. bar, Schnürpel, München, Heßstraße 74

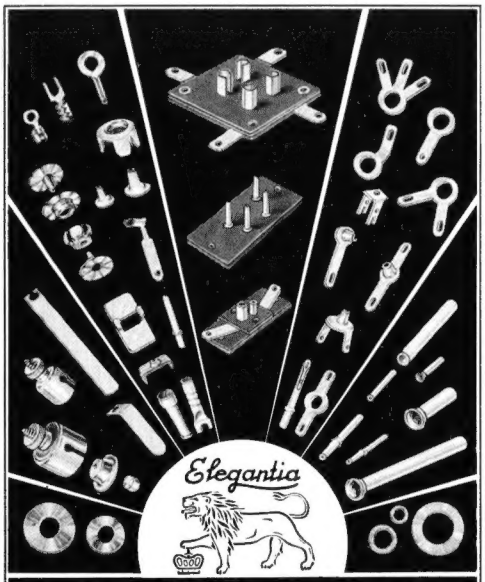
Radio-Röhren, Spezialröhr., Senderöhr. geg. Kasse z. kauf. gesucht. **Krüger,** München 2, Enhuberstraße 4

Suche Kopfhörerteile, Selen-Gleichrichter, Kupfer-Lackdraht 0,38 b. 0,45 umsponnen, sowie Röhren aller Art. TEKA, Weiden / Opf., Bahnhofstr. 5

Schalttechniker f. Magnetton-Gerätebau sof. gesucht. Angeb. unter Nr. 5952 G erbeten.

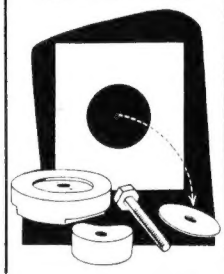
VERSCHIEDENES

Weg. Ablösung d. bisherig. Teilhabers wird von alteingeführtem Rdfk.-Geschäft, Rundfunk- u. Fernseh-Fachmann m. Meisterprüfg. als Teilhaber m. einer Geschäfts-Einlage von DM 20 000 per 1. 1. 56 spät. 30. 6. 56 gesucht. Ang. mit Kapitalnachweis unt. Nr. 5939 E



WITTE & CO.
ÖSEN-U. METALLWARENFABRIK
WUPPERTAL - UNTERBARMEN
GEGR. 1868

REKORD-LOCHER
stanzt
alle Materialien
bis 1,5 mm Stärke
Standardgrößen
von 10...61 mm ∅



W. NIEDERMEIER
München 15
Pettenkoferstr. 40

Der neue SEAS-Lautsprecher!

210/8 D mit Hochtonkegel! **40 - 16000 Hz**, ∅ **210 mm**, 10000 Gauß 5 Ω, „Der **Spitzenlautsprecher** für Ihr **Rundfunkgerät**" max. Leistung 7 W **nur DM 25.90**

250/10 D mit Hochtonkegel! **30-16000 Hz**, ∅ **250 mm**, 10000 Gauß 5 Ω, **Sonderausführung** für hochwertige **Tonmöbel, Spezial-Tonsäulen** usw. max. Leistung 9 W **DM 29.60**

Die **UKW-Faltdipol-Rahmen-Antenne** mit der überragenden Leistung: montagefertig für **Fensterbefestigung DM 15.–, Mastbefestig. DM 15.–, Dachrinnenbefestig. DM 16.–.**

Miniatur-Elkos, erstkl. Markenware, kl. Abmessungen!

Becher:	DM	Becher:	DM	Roll:	DM
8 + 8 µF/550 V	2.76	8 µF/550V	1.92	4 µF/550 V	1.35
16 + 16 µF/550 V	3,60	16 µF/550V	2.33	8 µF/550 V	1.57
25 + 25 µF/550 V	4.53	32 µF/55GV	3.17	16 µF/550 V	2.–
32 + 32 µF/550 V	5.30	50 µF/550V	4.–	32 µF/550 V	2.82
50 + 50 µF/385 V	4.95			25 µF/ 15 V	1.08

Prompter Versand nach jedem Ort! Für Händler günstigste Rabatte!

F. ZEMME · IMPORT-EXPORT · MÜNCHEN 23, Herzogstr. 57

Kaufe gegen bar:
AS 1010, HL 2/0,5, HLT 2/0,5, HR 2/100/1,5, HRP 2/100/1,5 LB 1, LB 8, LG 10, LG 12, LS 50 RD 2, 4Ta, RL12 P50, STV 600/200, STV 850/160, VY 2, 4673
Nur preisgünstige Angebote über einwandfreie Ware erbitte ich unter Nummer 5936 B

Lautsprecher-Reparaturen
erstklass. Ausführung, prompt und billig
20jährige Erfahrung
Spezialwerkstätte
HANGARTER · Karlsruhe
Erzbergerstraße 2a

Neuwertige Fernseh-Service-Meßgeräte
günstig zu verkaufen:
1 Telefunken Fernseh-Service-Koffer FM 53-01 mit Signalverfolger
1 Grundig Werkstatt- u. Service-Oszillograph m. 7 cm Rohr
1 Grundig Fernsehwobbler mit Markengenerator
Angebote erbeten an: Firma RADIO KISTLER G. m. b. H. · NEUSS am Rhein · Postfach 340

Stabilisierter Netzteil

röhrenlose Stabilisierung, geschlossener Einbauteil 54x115x130 mm, 1,3 kg
220 V ± 25% 50 Hz - 6,3 V, 3,8 W + 1% und 240 V ± 1% 20 mA Gleichstrom.
Dr. Alfred Ristow K. G., Karlsruhe-Durlach

Gleichrichter-Elemente
und komplette Geräte liefert
H. Kunz K. G.
Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4
Giesebrechtstraße 10

Meßinstrumente und -Geräte für HF und NF
Reparatur, Eichung, Umbau, Skalenzeichnung usw. sorgfältig und preisgünstig
Quarze 1 kHz ... 30 MHz
Normalfrequenzgeneratoren, Thermostate aus lfd. Fertigung
M. HARTMUTH · ING. Meßtechnik HAMBURG 13, Isestr. 57

Achtung! - Werkstätten!

Block-Kondensatoren — fabrikneue Ware — sortiert in gängigen Werten
solange Vorrat 200 Stück . . . . . DM **5.–**
zuzüglich Nachnahme - Spesen und Porto

Radio-Taubmann, NÜRNBERG
Vord. Sterngasse 11 · Seit 1928

ECH 42	4.70	EL 12	8.30
ECH 81	5.60	EL 41	3.80
EL 11	5.90	EL 84	4.90
UCL 11	8.95	EAF 42	4.50

Fernseh - Rundfunk - Elektrogeräte - Röhren und Zubehör alles aus einer Hand - vom:
RA-EL Versand · Heinze-Großhdlg., Coburg, Fach 507
Lieferung a. Wiederverkäufer

T. rls. 54a
Telegrafenrelais TBv. 4/726, 4/737, 4/722 usw. 42 c, 43 a TBv. 4/308, 4/302 usw. 15000 Fernsteuerrelais abzugeb.
Prüfhof
Unterneukirchen Obb.

Werbung ist wichtig!
Preisschilder
Prospekte
für Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräte
Verlag Rolf Döring
(21a) **Mennighüffen/Westf.**
Verlangen Sie kostenlos Muster!

Lautsprecher Reparaturen
sämtlicher Größen und Fabrikate seit Jahren zuverlässig, preisgünstig und schnell
P. STUCKY, Schwenningen, Neckarstraße 21

Akku-Ladegerät

anschlußfertig für 2-4-6 V Ladestrom bis 1,2 Amp. für Kofferempfänger Motorrad und Auto, zum Preise von DMW 42.– brutto lieferbar.

KUNZ KG. Abt. Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4, Giesebrechtstr. 10

Ch. Rohloff
Oberwinter b. Bonn
Telefon: Rolandseck 289

Wer liefert
Schallplatten
führender Fabrikate
an gut eingeführtes Radiofachgeschäft in Kommission.
Angeb. unt. Nr. 5944 B

In Fachkreisen schätzt jeder..

RADIO RUWIDO BAUTEILE

Potentiometer
Schichtdrehwiderstände

ELEKTROTECHNISCHE SPEZIALFABRIK
WILHELM RUF K.G.
HÖHENKIRCHEN bei MÜNCHEN

SEIT 30 JAHREN

Umformer für Radio und Kraftverstärker
SPEZ. F. WERBEWAGEN
FORDERN SIE PROSPEKTE
ING. ERICH + FRED ENGEL
WIESBADEN 95

Die **TAXLISTE** erschien soeben in der
3. Ausgabe 1955/56

Rechtzeitig zur neuen Saison gelangen die Radiohändler in den Besitz der neuen **Bewertungsliste für gebrauchte Rundfunkgeräte,** die diesmal die Taxwerte für die Geräte der Baujahre 1948/49 bis 1953/54 enthält.

Die Gliederung und die Methode der Taxwert-Errechnung haben sich bewährt und wurden daher beibehalten. In Zusammenarbeit mit der Empfängerindustrie konnten die Tabellen der Empfänger nochmals ergänzt und einige Lücken geschlossen werden. Die Taxliste wurde bearbeitet von Heinrich Döpke, Karl Tetzner und Herward Wisbar und erscheint in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Radio- und Fernseh-Fachverband e. V.

Bitte bestellen Sie sofort:

Taxliste 3. Ausgabe 1955/56, 34 Seiten stark, **Preis 3.30 DM** portofrei.

Franzis-Verlag München 2 / Luisenstraße 17, Postscheckkonto München 57 58

TUNGSRAM

hält für Sie alle
Radio-Röhren
auch ältere Typen
auf Lager

Der richtige Anschluß

T 519

Wie kennzeichnen Sie Leitungen und Kabelenden? – Am rationellsten mit TESA-DUR-Kennband. Es ist mit Zahlen, Ziffern und Zeichen für jedes übliche Markierungssystem vorrätig. Es klebt von selbst auf allen Oberflächen. Praktisch vor allem sind die handlichen Schachteln mit Streifen in gebrauchsfertiger Länge.

Tesadur
KENNBAND

P. BEIERSDORF & CO. A.-G. HAMBURG

FABRIK ELEKTRISCHER MESSINSTRUMENTE · MÜNCHEN B 25

WIMA
Tropydur

KONDENSATOREN

werden nach modernsten Fertigungsverfahren hergestellt, die vor allem jene überraschend guten elektrischen Eigenschaften zur Folge haben, die sonst nur bei Kondensatoren mit höheren Gestehungskosten erreicht werden.

WIMA-Tropydur-Kondensatoren sind ein modernes Bauelement für Radio- und Fernsehgeräte.

WILHELM WESTERMANN
SPEZIALFABRIK FÜR KONDENSATOREN
UNNA IN WESTFALEN